



С.И. Булдаков

# **СТРОИТЕЛЬСТВО АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ**

Часть 1

Пример расчетно-пояснительной записки  
по курсовому проекту  
«Строительство автомобильных дорог»

Екатеринбург  
2016

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВПО «УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЛЕСОТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Кафедра транспорта и дорожного строительства

С.И. Булдаков

# **СТРОИТЕЛЬСТВО АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ**

Часть 1

Пример расчетно-пояснительной записки  
по курсовому проекту  
«Строительство автомобильных дорог»

Учебно-методическое пособие  
для обучающихся очной и заочной форм обучения  
направлений 08.03.01 и 08.04.01 «Строительство»

Екатеринбург  
2016

Печатается по рекомендации методической комиссии ИЛБидС.  
Протокол № 2 от 6 октября 2014 г.

Рецензент – А.Ю. Шаров, доц. кафедры транспорта и дорожного  
строительства.

Редактор Е.Л. Михайлова  
Оператор компьютерной верстки Т.В. Упова

---

Подписано в печать 11.03.16		Поз. 47
Плоская печать	Формат 60×84 1/16	Тираж 10 экз.
Заказ №	Печ. л. 4,42	Цена руб. коп.

---

Редакционно-издательский отдел УГЛТУ  
Отдел оперативной полиграфии УГЛТУ

## ОГЛАВЛЕНИЕ

1. Технические нормативы .....	5
2. Выбор метода организации работ и расчёт его основных параметров .....	5
2.1. Обоснование принятого метода организации работ .....	5
2.2. Календарная продолжительность строительного сезона.....	8
2.3. Определение темпа потока.....	9
3. Подготовка дорожной полосы .....	9
3.1. Восстановление и закрепление трассы.....	9
3.2. Расчистка полосы отвода и дорожной полосы .....	13
3.3. Прорубка просеки .....	14
4. Очистка дорожной полосы от пней, кустарника, валунов и снятие растительного слоя .....	20
4.1. Составление ведомости объёмов работ для подготовки дорожной полосы .....	21
4.2. Определение трудозатрат, количества машино-смен и комплекта механизмов для подготовки дорожной полосы .....	22
5. Строительство искусственных сооружений .....	26
5.1. Разбивка искусственных сооружений.....	26
5.2. Сооружение водопропускных труб.....	27
5.3. Составление ведомости искусственных сооружений .....	27
5.4. Определение состава бригады для строительства искусственных сооружений .....	28
6. Возведение земляного полотна.....	34
6.1. Классификация транспортных работ .....	34
6.2. Технология возведения земляного полотна .....	36
6.3. Разбивочные работы .....	36
6.4. Подготовка основания .....	38
6.5. Выбор типа ведущей машины .....	38
6.6. Отсыпка насыпи при доставке грунта автосамосвалами из карьера.....	38
6.7. Разравнивание и уплотнение грунта .....	39
6.8. Определение количества слоев возводимой насыпи.....	40
6.9. Определение объемов работ на послойную разработку грунта для насыпи, его разравнивание и уплотнение .....	41

6.10. Определение объемов работ по планировке земляного полотна.....	43
6.11. Расчет основных землеройно-транспортных и землеройных машин для выполнения земляных работ .....	44
7. Составление технологической карты на возведение земляного полотна .....	49
8. Устройство дорожной одежды .....	54
8.1. Определение потребности дорожно-строительных материалов для устройства дорожной одежды.....	55
8.2. Транспортные работы.....	56
8.3. Описание технологии работ.....	57
8.3.1. Устройство нижнего слоя основания из песчано- щебенистых отходов.....	57
8.3.2. Устройство верхнего слоя основания из щебня фракции 10–20.....	58
8.3.3. Устройство покрытия из горячего асфальтобетона .....	58
8.3.4. Устройство присыпных обочин.....	59
8.3.5. Укрепление обочин шлаковой смесью .....	59
8.4. Расчет сменной производительности дорожно-строительных машин при устройстве дорожной одежды .....	59
8.5. Составление технологической карты на устройство дорожной одежды .....	60
9. Обустройство дороги .....	67
9.1. Установка дорожных знаков.....	67
9.2. Установка ограждений и сигнальных столбиков .....	69
9.3. Нанесение разметки проезжей части .....	71
10. Составление линейного календарного графика строительства .....	73
Список литературы .....	75

## 1. ТЕХНИЧЕСКИЕ НОРМАТИВЫ

При разработке проекта нормативными техническими документами явились: СНиПы, ГОСТы, ВСН, СН, а основным документом стал СП 34.13330.2012 «Автомобильные дороги» [1]. Проектируемый участок отнесен ко II технической категории. Технические показатели автомобильной дороги представлены в табл.1.1.

Таблица 1.1  
Технические показатели автомобильной дороги

Наименование	Измеритель	Показатели
Категория дороги	—	II
Протяжение участка	км	10,0
Расчетная скорость	км/ч	120
Число полос движения	—	2
Ширина земляного полотна	м	15,0
Ширина проезжей части	м	2×3,75
Ширина обочин	м	2×3,75
Ширина укрепленной полосы обочин	м	0,75
Тип дорожной одежды	—	Капитальный
Вид грунта		Супесь

Продолжительность смены принимаем равной 8 часам.

## 2. ВЫБОР МЕТОДА ОРГАНИЗАЦИИ РАБОТ И РАСЧЁТ ЕГО ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ

### 2.1. Обоснование принятого метода организации работ

Весь комплекс дорожно-строительных работ подразделяют на линейные и сосредоточенные. Сосредоточенные работы характеризуются большими объёмами и неравномерным расположением их по длине трассы. К ним относятся земляные работы с объёмом на 1 км, превышающим средний объём земляных работ на дороге в 3 раза и более, а также устройство средних мостов, тоннелей, производственных предприятий, пересечений в разных уровнях, комплексов дорожной и автотранспортной служб.

Главный метод организации работ по строительству автомобильной дороги – это поточный, основой которого является комплексный поток, где

выполнение линейных и сосредоточенных работ по трассе должно быть увязано по времени и в пространстве с таким расчётом, чтобы линейные работы выполнялись без перерывов, т.е. выполнение сосредоточенных работ должно опережать выполнение линейных работ.

Линейный характер дорожных объектов способствует успешному применению поточного метода организации дорожно-строительных работ.

Сущность поточного метода в специфических условиях дорожного строительства заключается в том, что:

- в равные короткие промежутки времени (смену, сутки) заканчивается строительство одинаковых по длине участков дороги, причем готовая дорога наращивается непрерывной лентой в одном направлении;
- все работы выполняют механизированные отряды (подразделения), специализированные по основным видам работ и оснащенные соответствующим образом подобранными комплектами дорожно-строительных машин;
- специализированные отряды равномерно передвигаются по строящейся дороге друг за другом и последовательно выполняют все строительно-монтажные работы;
- после прохода последнего отряда дорога полностью готова к сдаче и приемке в эксплуатацию.

Поточный метод имеет ряд преимуществ перед другими методами организации работ.

1. Ввод дороги в действие (во временную эксплуатацию) осуществляют непрерывно и равномерно с первых дней развертывания всех работ потока. Благодаря этому улучшаются условия работы строительного транспорта, использующего готовые участки дороги для подвозки строительных материалов. Транспорт общего пользования может задолго до конца строительства передвигаться по законченной части дороги, что ускоряет её окупаемость в народном хозяйстве.

2. Концентрация средств механизации в специализированных отрядах обеспечивает наилучшее их использование, создаёт благоприятные условия для обслуживания и ремонта, облегчает контроль за работой машин. Всё это приводит к повышению производительности каждой машины и снижению себестоимости механизированных работ.

3. Специализация рабочих на выполнении ограниченного числа производственных операций способствует повышению их квалификации, что также ведет к росту производительности труда и снижению себестоимости работ.

4. Сосредоточение производства работ на относительно небольшом участке дороги облегчает контроль за качеством работ и оперативное руководство ими.

5. Вся система поточного строительства обеспечивает повышение общей культуры производства работ, облегчает учёт выполнения планов работ, сокращает объём незавершенного производства и сроки оборачиваемости материальных и денежных средств.

Факторами, способствующими внедрению и развитию поточного метода организации работ в дорожном строительстве, являются:

- научные разработки основ организации дорожного строительства;
- разработки прогрессивных технологий производства дорожно-строительных работ;
- оснащение дорожно-строительных организаций в достаточном количестве современными средствами механизации.

Основной организационной единицей при поточном строительстве автомобильных дорог является специализированный (или частный) поток.

Каждый частный поток состоит из отдельных участков со специализированными звеньями, выполняющими определённые рабочие операции. Такие участки называют захватками, длину которых принимают равной сменной величине потока; иногда захваты бывают двух-, трёх- или четырёхсменными.

Между частными и специализированными потоками, а иногда и между отдельными захватками устраивают резервы (технологические, операционные), измеряемые количеством смен.

В зависимости от характера и объёмов строительные работы назначаются в такой последовательности: в зимний период прорубка просеки выполняется специализированной комплексной бригадой, основные работы производятся комплексным потоком, в составе которого отдельные его звенья выполняют линейные, сосредоточенные работы:

- линейные работы по подготовке дорожной полосы (очистка трассы от камней, кустарника, спиливание и корчевка пней, восстановление трассы, снятие растительного слоя);
- сосредоточенные работы по устройству искусственных сооружений;
- сосредоточенные земляные работы в местах устройства искусственных сооружений, высоких насыпей и глубоких выемок;
- линейные земляные работы по возведению земляного полотна из привозного грунта, рекультивация нарушенных земель;
- линейное устройство дорожной одежды отдельными звеньями;
- обустройство дороги в составе комплексного потока.

При устройстве насыпи на болотах и других слабых грунтах земляные работы могут быть назначены в зимний период.



## 2.2. Календарная продолжительность строительного сезона

Рассматриваемый участок автомобильной дороги г. Серов – г. Североуральск км 42 – км 53 находится в Свердловской области во II дорожно-климатической зоне.

Календарные сроки продолжительности строительного сезона устанавливаются согласно СНиП 1.04.03-85 [2].

Независимо от вида работ дата начала сезона в одной определённой области одна и та же. Это объясняется фактором проходимости колёсных машин и отсутствием прилипания грунта к рабочим органам дорожно-строительной техники. Даты окончания строительного сезона для отдельных видов дорожно-строительных работ различны из-за неодинаковых технологических свойств, применяемых дорожно-строительных материалов.

Начало основных работ назначается на конец весенней распутицы, а их окончание – на начало осенней распутицы.

Проанализировав данные весеннего и осеннего периодов прошлых лет, получили следующее.

Начало строительного сезона – 20.05.2016.

Окончание строительного сезона – 18.10.2016.

Количество рабочих смен в строительном сезоне

$$T_{\text{см}} = 1,85 (T_{\text{к}} - T_{\text{вых}} - T_{\text{ат}} - T_{\text{тех}}), \quad (2.1)$$

где  $T_{\text{к}}$  – календарная продолжительность строительного сезона, дни ( $T_{\text{к}} = 160$ );

$T_{\text{вых}}$  – число выходных и праздничных дней, приходящихся на период календарной продолжительности сезона ( $T_{\text{вых}} = 23$ );

$T_{\text{ат}}$  – число нерабочих дней по метеорологическим условиям, приходящихся на период календарной продолжительности сезона ( $T_{\text{ат}} = 17$ );

$T_{\text{тех}}$  – простои по техническим причинам (ремонт, профилактика машин, организационные и технологические причины),  $T_{\text{тех}} = 17$  дн.

$$T_{\text{см}} = 1,85 (160 - 23 - 17 - 17) = 191 \text{ день.}$$

Для определения календарной продолжительности производства дорожно-строительных работ вводится коэффициент перевода рабочих дней в календарные:

$$K = T_{\text{к}} / T_{\text{р}}, \quad (2.2)$$

где  $T_{\text{р}}$  – количество рабочих дней производства дорожных работ, дни.

$$T_{\text{р}} = 160 - 23 - 17 - 17 = 103 \text{ дня.}$$

$$K = 160 / 103 = 1,55.$$

### 2.3. Определение темпа потока

Длина участка готовой дороги, построенной за одну смену, называется темпом (скоростью) комплексного потока и определяется по формуле

$$V = L / (T_{\text{см}} - N_p), \quad (2.3)$$

где  $V$  – темп потока, м/день;

$L$  – длина дороги, которую необходимо построить, м;

$N_p$  – период развёртывания комплексного потока, дн.;

( $N_p = 30$  рабочих дней).

Значение длины захватки после округления в большую сторону должно быть кратным 25.

$$V = 10000 / (191 - 30) = 63 \text{ м/дн.}$$

Окончательную величину темпа потока при возведении земляного полотна и устройстве дорожной одежды устанавливаем по максимальному коэффициенту использования ведущей машины (экскаватор либо бульдозер).

## 3. ПОДГОТОВКА ДОРОЖНОЙ ПОЛОСЫ

Сооружению земляного полотна предшествуют подготовительные работы, которые состоят из восстановления и закрепления трассы, прорубки просеки, очистки дорожной полосы от пней, кустарника и крупных камней, снятия и складирования растительного слоя в пределах полос временного отвода, разбивки земляного полотна, устройства временных дорог, устройства осушительных и водоотводных канав, сноса, переустройства и переноса сооружений в зоне работ.

### 3.1. Восстановление и закрепление трассы

Положение оси дороги (трассы) на местности устанавливают и закрепляют в процессе изыскательских работ. Но со времени проведения изысканий до начала строительства дороги проходит некоторое время, в течение которого могут измениться условия использования выделенных для строительства дороги земельных угодий. Иногда бывают повреждены некоторые отдельные знаки, указывающие положение трассы и т.д. Поэтому перед началом строительных работ необходимо вновь уточнить положение дороги на местности и восстановить закрепление трассы.

До начала сооружения земляного полотна выполняются следующие работы по восстановлению трассы:

- выносятся все углы поворота и все пикеты на границу полосы отвода;
- закрепляются вершины углов поворотов и створных точек на длинных прямых;
- разбиваются круговые и переходные кривые,
- закрепляются начало и конец кривых, промежуточные точки;
- разбиваются и закрепляются оси искусственных сооружений, закрепляются пикеты и плюсовые точки;
- проверяются отметки существующих реперов, а также устанавливаются дополнительные реперы, необходимые для выполнения строительных работ;
- проверяется продольное нивелирование всех точек и в необходимых случаях на отдельных участках снимаются поперечные профили для более точного подсчета объемов земляных работ.

На прямых участках дороги закрепление проводят через 200–400 м (в зависимости от рельефа местности). На границе полосы отвода устанавливают выносные столбы, между которыми выставляют промежуточные выставные кольца (рис. 3.1).

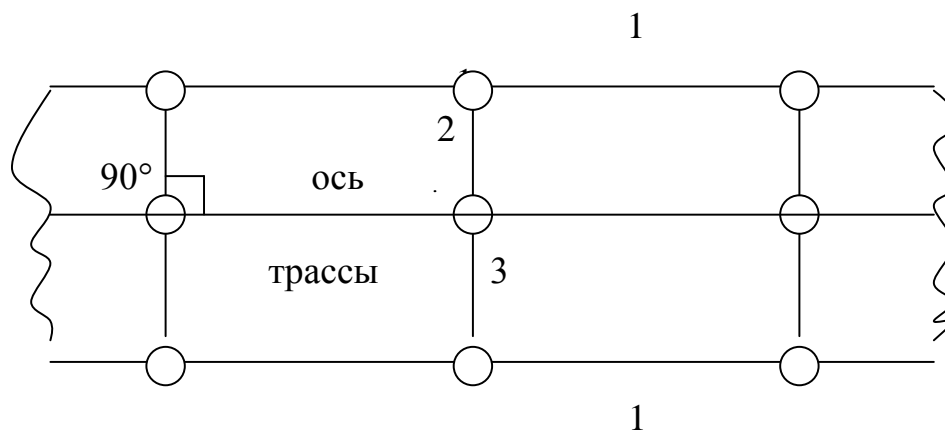


Рис. 3.1. Схема закрепления оси дороги на прямом участке трассы:

1 – граница полосы отвода; 2 – выносные столбы; 3 – четные пикеты

На криволинейных участках трассы выносные столбы располагают через каждые 100 м, т.е. на каждом пикете на линии, перпендикулярной касательной к кривой. Промежуточные точки на кривых разбивают через каждые 5, 10 или 20 м соответственно радиусам кривых до 100, от 100 до 500 и более 500 м (рис. 3.2).

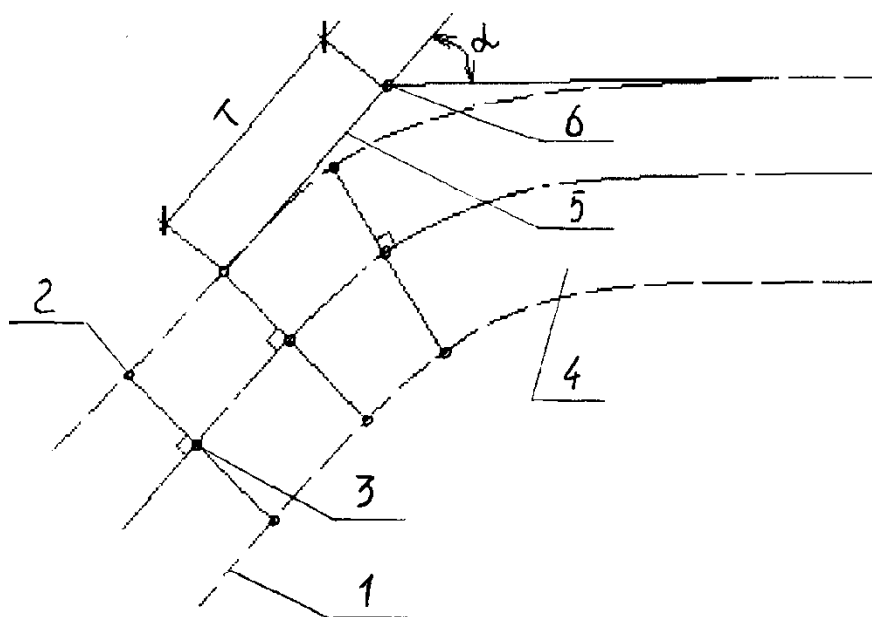


Рис. 3.2. Закрепление оси дороги на кривой:  
1 – граница полосы отвода; 2 – выносные столбы; 3 – пикеты;  
4 – касательная к кривой; 5 – столб; 6 – вершина угла

Вершины углов поворота (ВУ) закрепляют установкой столбов, которые закапывают на расстоянии 0,5 м от фактической вершины угла на продолжении его биссектрисы. На этих столбах записывают: порядковый номер угла, радиус, тангенс и биссектрису кривой.

Высотные отметки закрепляют через каждые 1000–2000 м в зависимости от рельефа местности. Реперы устанавливают в стороне от дороги, окапывают неглубокими канавками и обсыпают землёй в виде конуса. В качестве реперов можно использовать цоколи зданий, опоры мостов, крупные камни и скалы и т.п.

При восстановлении трассы закрепляют на местности земельные угодья, отводимые для резервов и карьеров, для размещения производственных предприятий и комплексов дорожно-эксплуатационной службы. Во время выполнения этих работ границы земельных участков обозначают бороздами, столбами, узкими просеками, отметками на отдельных деревьях.

Отвод земель для временного и постоянного использования производят с учетом охраны природы, рационального использования сельскохозяйственных земель и естественных природных ресурсов. Закреплённую дорожную полосу оформляют в виде плана отводимых земель с приложением журнала закрепления и утверждают в соответствующих организациях.

Если в пределах дорожной полосы находятся разного рода здания и сооружения, то на них составляют дополнительные чертежи и пояснения, характеризующие их конструкцию и состояние.

После завершения строительства участки земли, отводившиеся во временное пользование, возвращают землепользователям в том виде, который определен в актах, составляемых при оформлении полосы отвода.

Для производства дорожно-строительных работ стремятся к сокращению полосы отвода, которую устанавливают в зависимости от размеров земляного полотна на каждом конкретном участке местности.

Полоса отвода определяется по нормам отвода земель для автомобильных дорог, отнесённых на 1 км протяжения дороги, и принимается в зависимости от категории дороги в соответствии с Постановлением Правительства РФ от 02.09.2009 №717 [3].

Расчетные данные ширины отвода земель заносим в табл. 3.1.

Таблица 3.1

Ведомость отвода земель

Наименование земель	Местоположение участка				Протяженность, м	Ширина отвода земель, м	Площадь отвода, га
	Начальный пикет		Конечный пикет				
	ПК	+	ПК	+		Постоянный отвод	Постоянный отвод
Автодорога	0	+00	20	+00	2000,00	31,00	6,2
Автодорога	20	+00	23	+00	300,00	32,60	1,0
Автодорога	23	+00	51	+00	2800,00	28,00	7,8
Автодорога	51	+00	60	+00	900,00	30,60	2,8
Автодорога	60	+00	70	+00	1000,00	33,60	3,4
Автодорога	70	+00	80	+00	1000,00	32,70	3,3
Автодорога	80	+00	100	+00	2000,00	20,00	4,0
Итого					10000,00		28,5

### 3.2. Расчистка полосы отвода и дорожной полосы

Полосу земли, отведённую для размещения дороги, расчищают от леса, кустарника, пней и крупных камней. Работы по расчистке дорожной полосы разделяют на 2 вида: зимние и весенние. Зимой обычно производят валку, трелёвку и вывозку леса. Пни и кустарники корчуют весной.

Деревья, кустарники и валуны удаляют на ширину, соответствующую наружным бровкам водоотводных канав или боковых резервов, увеличивая на 1 м в каждую сторону от бровки, на остальной части дорожной полосы ограничивают выборочное удаление деревьев и кустарника.

До валки леса вырубает мелколесье, срезают кустарник для удобства проведения валочных работ. На сырых и заболоченных местах лес вырубает для осушения грунтов, если участок дороги подвержен снежным заносам с наветренной стороны (господствующее направление ветра зимой), то оставляют защитную полосу леса и кустарников.

Кустарник и мелколесье убирают кусторезами, бульдозерами, корчевателями-собирающими. На трассе предварительно деревья диаметром более 30 см спиливают, убирают крупные камни. Затем намечают схему расчистки дорожной полосы. Срезанные деревья и кустарник убирают за пределы дорожной полосы корчевателями-собирающими с широким отвалом.

Удаление камней производят следующим образом:

- мелкие камни (валуны), расположенные на поверхности земли или втоптаные в неё удаляют рыхлителем;
- большие камни первоначально дробят взрывными зарядами на куски, а затем удаляют бульдозером;
- валуны не удаляют с дорожной полосы, если  $H_n > 1,5$  м, при меньшей высоте валуны удаляют или закапывают вне пределов подошвы насыпи на глубине не менее 30 см.

Корчёвка пней производится обычно весной, когда грунт имеет достаточную влажность, при насыпи высотой от 1,5–2,0 м корни не корчуются, а срезаются заподлицо с землёй.

Корчёвка пней с использованием корчевателя производится по следующей технологии: бульдозер упирают отвалом в пень и постепенным движением вперед опрокидывают набок. Затем нож бульдозера заглубляют на 15–20 см ниже поверхности земли и движением вперёд с одновременным поднятием отвала переворачивают пень. Выкорчёванные пни перемещают к границе полосы отвода в кучи. Очень крупные пни диаметром более 50 см удаляют зимой взрывным способом. Оставшиеся после корчёвки пней ямы засыпают и уплотняют грунтом послойно.

### 3.3. Прорубка просеки

Расчистка полосы от леса является наиболее трудоемкой работой по подготовке дорожной полосы. Лесная растительность – ценный природный продукт, который используют в строительстве и промышленности, поэтому работы по расчистке дорожной полосы от леса и кустарника выполняют так, чтобы получить древесину лучшего качества без потерь.

Лес можно убирать в любое время года, однако качество древесины лучше, если деревья спиливают в зимнее время. В то же время облегчается проезд по грунтовым дорогам, меньше загружен транспорт и уменьшается потребность в рабочих для выполнения работ по непосредственному строительству дороги. В связи с этим расчистку дорожной полосы от леса целесообразнее вести в зимний период.

Валку деревьев при сплошной рубке осуществляют валочными машинами и бензомоторными пилами. Для обеспечения безопасности работ перед спиливанием деревьев необходимо убирать кустарник и низко расположенные сучья. Деревья спиливают с пня при помощи гидравлических клиньев, специальных лопаток или валочных вилок. В процессе валки следует учитывать направление ветра.

Спиленные деревья очищают от сучьев и транспортируют на промежуточный склад трелевочным трактором. Погрузку деревьев на транспортные средства осуществляют погрузчики (рис. 3.3).

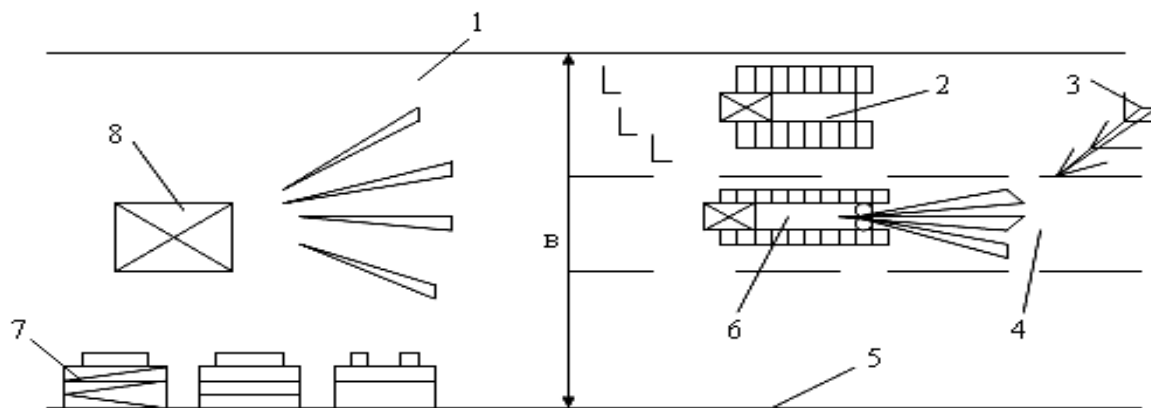


Рис. 3.3. Расчистка дорожной полосы от леса:

- 1 – разделочная площадка; 2 – корчеватель; 3 – поваленные деревья;
- 4 – трелевочный валок; 5 – граница полосы отвода вырубki;
- 6 – трелевочный трактор; 7 – штабеля хлыстов; 8 – штабелюющий агрегат;
- В – ширина земляного полотна

Объём работ по прорубке просеки рассчитывают на основании характеристики лесонасаждений района строящейся дороги. Для этого составлена ведомость объёмов работ по площади вырубki и по прорубке просеки (табл. 3.2, 3.3).

Таблица 3.2

Ведомость объемов работ по площади вырубки

Местоположение				Длина участка, м	Ширина просеки, м	Площадь рубки леса, га								
Начало		Конец				Мелкий			Средний			Крупный		
ПК	+	ПК	+			Густой	Средней густоты	Редкий	Густой	Средней густоты	Редкий	Густой	Средней густоты	Редкий
0	+00	20	+00	2000,00	31,00	6,2								
20	+00	23	+00	300,00	32,60					1,0				
23	+00	51	+00	2800,00	28,00		7,8							
51	+00	60	+00	900,00	30,60					2,8				
60	+00	70	+00	1000,00	33,60	3,4								
70	+00	80	+00	1000,00	32,70					3,3				
80	+00	100	+00	2000,00	20,00	4,00								
ИТОГО:						13,6	7,8			7,1				

Таблица 3.3

Ведомость объемов работ по прорубке просеки

Характеристика леса	Площадь, га	Объем ликвидной древесины, м <sup>3</sup>	
		на 1 га	всего
Лес мелкий густой	6,2	150	930,0
Лес средний средней густоты	1,0	125	125,0
Лес мелкий средней густоты	7,8	100	780,0
Лес средний средней густоты	2,8	125	350,0
Лес мелкий густой	3,4	150	510,0
Лес средний средней густоты	3,3	125	412,5
Лес мелкий густой	4,0	150	600,0
<b>Всего:</b>	<b>28,5</b>		<b>3707,5</b>



Комплекс работ по прорубке просеки включает подготовку лесосеки, валку леса, обрубку, сбор и сжигание сучьев, трелевку хлыстов к временным складам. Все работы по прорубке просеки выполняются малыми комплексными бригадами. Количество бригад зависит от характеристики лесонасаждений, заданной скорости прорубки и ширины просеки.

Количество деревьев на 1 га площади рубки леса принимаем в соответствии с табл. 1.1 ч. 2 (табл. 3.4).

Таблица 3.4

Ведомость принятого количества деревьев на 1 га  
леса дорожной полосы

Категория леса	Количество деревьев, шт.
Лес мелкий густой	570
Лес мелкий средней густоты	450
Лес средний средней густоты	300

Потребность в рабочей силе на валку деревьев определяется по формуле

$$N_{ч.и} = S_{пр} N_{вр} , \quad (3.1)$$

где  $N_{ч.и}$  – потребность в рабочей силе, чел.-ч;

$S_{пр}$  – площадь рубки леса данной характеристики, га;

$N_{вр}$  – нормы времени обрезки сучьев, чел.-ч / ед. изм.

Потребность в рабочей силе на обрезку сучьев определяется по формуле

$$N_{ч.и} = N_{д.} S_{пр} N_{вр} / 10, \quad (3.2)$$

где  $N_{ч.и}$  – потребность в рабочей силе, чел.-ч;

$N_{д.}$  – количество деревьев данной характеристики леса на 1 га дорожной полосы, шт.;

$S_{пр}$  – площадь рубки леса данной характеристики, га;

$N_{вр}$  – нормы времени на обрезку сучьев, чел.-ч / ед. изм.

Потребность человеко-дней на валку леса, обрезку сучьев и трелевку леса определяем по формуле

$$N_{см.и} = \frac{N_{ч.и}}{T_{см}}, \quad (3.3)$$

где  $N_{ч.и}$  – потребность в рабочей силе, чел.-ч;

$N_{см.и}$  – потребность в рабочей силе, чел.-дн.;

$T_{см}$  – продолжительность смены (8 ч).

Потребность в рабочей силе и в машино-часах на трелевку леса определяется по формуле

$$N_{i.ч} = V_i H_{вр} / 10, \quad (3.4)$$

где  $V_i$  – объём ликвидной древесины данной характеристики,  $m^3$ ;

$H_{вр}$  – нормы времени использования машин, маш.-ч. / ед. изм.

При расчете потребности машино-смен и человеко-дней на трелевку леса принимаем:

- трактор марки ТДТ-75 для трелевки деревьев к месту штабелирования;
- расстояние трелевки – до 100 м;
- трелевке подвергаются срубленные деревья без кроны;
- трелевка осуществляется по снежному покрову.

Потребность в рабочей силе и в машино-сменах на прорубку просеки сводим в табл. 3.5, 3.6, 3.7.

Таблица 3.5

Потребность человеко-часов  
на валку леса и обрезку сучьев

Категория леса	Количество деревьев, шт.	Площадь рубки леса, га	Человеко-часы с учетом подсобных рабочих			
			Валка леса		Обрезка сучьев	
			Норма на 1 га леса (см. табл. 1.3 ч. 2)	Всего	Норма на 10 деревьев (см. табл. 1.4 ч. 2)	Всего
Лес мелкий густой	7752	13,6	42,50	578,00	0,61	472,87
Лес мелкий средней густоты	3510	7,8	34,5	269,10	0,61	472,87
Лес средний средней густоты	2130	7,1	33	234,30	0,85	181,05
Итого	13392	28,5	–	1081,4	–	1126,79

Таблица 3.6

Потребность машино-часов и человеко-часов  
на трелевку леса

Объем древесины, м <sup>3</sup>	Человеко-часы				Машино-часы	
	Тракторист		Чокеровщики			
	Норма на 10 м <sup>3</sup> (см. табл. 1.5 ч. 2)	Всего	Норма на 10 м <sup>3</sup> (см. табл. 1.5 ч. 2)	Всего	Норма на 10 м <sup>3</sup> (см. табл. 1.5 ч. 2)	Всего
3707,50	0,56	207,62	1,12	415,24	0,56	207,62

Таблица 3.7

Потребность машино-смен и человеко-дней  
на прорубку просеки

Человеко-дни				Машино-смены		
Валка деревьев	Обрезка сучьев	Трелевка леса		Бензо- моторная пила для валки	Бензо- моторная пила для обрезки сучьев	Трелевоч- ный трактор
		Чоке- ровщик	Тракто- рист			
135,18	140,85	51,91	25,95	33,79	140,85	25,95

Состав специализированного отряда для валки деревьев:

- бензомоторная пила – 1 шт.;
- вальщик леса 6 разр. – 1 чел.;
- лесоруб 4 разр. – 1 чел.;
- лесоруб 2 разр. – 2 чел.

Состав специализированного отряда для обрезки сучьев:

- бензомоторная пила – 1 шт.;
- обрубщик сучьев 4 разр. – 1 чел.

Состав специализированного отряда для трелевки леса трактором:

- трелевочный трактор ТДТ-75 – 1 маш.;
- тракторист на трелевке и вывозке леса 6 разр. – 1 чел.;
- чокеровщик 4 разр. – 2 чел.

Количество рабочих дней на прорубку просеки вычисляем по формуле

$$T_p = T_3 / (Nn), \quad (3.5)$$

где  $T_3$  – трудозатраты на прорубке просеки, чел.-дни;

$N$  – количество бригад;

$n$  – количество человек в бригаде, чел.

Принимаем количество бригад работающих на прорубке просеки равным 1:

$$T_p = (135,18 + 140,85 + 77,86) / (1 \cdot 9) = 40 \text{ дн.}$$

Валка, трелёвка, обрезка сучьев рассчитывается как потребное количество чел.-дней, машино-смен разделить на количество рабочих дней (в данном случае – 40 рабочих дней), получаем расчетное количество машин и рабочих.

На основании табл. 3.7 рассчитываем состав бригады и её оснащённость. Результаты сводим в ведомость (табл. 3.8).

Таблица 3.8

Ведомость потребности машин и человек на прорубку просеки

Наименование работ, профессий рабочих, машин и механизмов	Потребное количество		Расчетное количество		Принятое количество	
	Машино-смен	чел.-дни	Машин	Человек	Машин	Человек
<u>Валка</u>						
Бензомоторная пила	33,79	–	0,84	–	1	–
Вальщик, лесоруб	–	135,18	–	3,38	–	4
<u>Трелевка</u>						
Трелевочный трактор ТДТ-75	25,95	–	0,65	–	1	–
Тракторист	–	25,95	–	0,65	–	1
Чокеровщик	–	51,91	–	1,3	–	2
<u>Обрубка сучьев</u>						
Бензомоторная пила	140,85	–	3,52	–	4	–
Обрубщик сучьев	–	140,85	–	3,52	–	4
<b>Всего</b>	<b>200,59</b>	<b>353,89</b>	–	–	<b>6</b>	<b>11</b>

Согласно табл. 3.8 составляем ведомость оснащения бригады по прорубке леса и заносим ее в табл. 3.9.

Таблица 3.9

Оснащение бригады по прорубке леса

Наименование механизмов	Единицы измерения	Рабочее количество	Запас на резерв	Списочное количество
Трелевочный трактор	шт.	1	1	2
Бензомоторная пила	шт.	1	1	2
Бензосучкорезка	шт.	4	1	5

Календарную продолжительность работ по прорубке определяют:

$$T_k = T_p K = 40 \cdot 1,55 = 62 \text{ дн.}$$

#### 4. ОЧИСТКА ДОРОЖНОЙ ПОЛОСЫ ОТ ПНЕЙ, КУСТАРНИКА, ВАЛУНОВ И СНЯТИЕ РАСТИТЕЛЬНОГО СЛОЯ

Работы по подготовке дорожной полосы состоят из корчевки пней или спиливание их вровень с землей, срезки кустарника и мелколесья с уборкой валежника, снятия растительного слоя, разбивочных работ.

Корчевку пней назначают преимущественно в летний период, поскольку при мерзлых грунтах процесс корчевки менее эффективен. Корчевку пней выполняют на участках устройства канав и выемок. Пни допускается оставлять в основании земляного полотна при облегченных, переходных и низших типах покрытий на дорогах III – V технических категорий при насыпях более 1,5 м, а также в случаях, когда проектом не предусмотрена расчистка дорожной полосы (на болотах, неустойчивых склонах и т.д.). При насыпях от 1,5 до 2,0 м пни должны быть срезаны вровень с землей, а при насыпи более 2 м – на высоте 10 см от земли.

При использовании экскаватора с объемом ковша более 0,5 м<sup>3</sup> пни удаляют одновременно с разработкой грунта.

Для корчевки и перемещения пней используют корчеватели-собиратели, бульдозеры, тракторные лебедки.

Кустарники и мелколесье убирают кусторезами, бульдозерами, корчевателями собирателями. Также с полосы отвода бульдозерами убираются крупные камни, затем намечают рациональную схему расчистки полосы отвода. Кусторезы срезают кустарник и лес от уровня поверхности земли до 20 см. Средняя рабочая скорость кустореза 2,5 км/ч. Ширина очищае-

мой полосы составляет 3,6 м. Срезанные деревья, кустарник убирают за пределы полосы отвода корчевателем-собирателем или бульдозером с зубьями на отвале.

Крупные камни (валуны) удаляют с дорожной полосы в зависимости от их размера и веса следующими способами:

– большие камни (валуны) дробят взрывчатыми веществами на куски, а затем удаляют бульдозером с дорожной полосы корчевателями или тракторами, оборудованными цепями или специальными захватами;

– мелкие валуны, расположенные на поверхности земли и несколько в неё втопленные, удаляют рыхлителями и бульдозерами.

Валуны не удаляют с дорожной полосы, если толщина слоя грунта над ними больше 1,5 м, при меньшей толщине валуны либо закапывают вне пределов подошвы насыпи, либо совсем удаляют.

При сооружении земляного полотна всегда не хватает растительного грунта для укрепления откосов, для этих целей независимо от высоты насыпи и профиля земляного полотна необходимо на полную ширину земляного полотна с учётом ширины боковых канав или резервов срезать и перемещать растительный грунт к границе дорожной полосы. Даже если трасса проходит по пахотным землям, растительный грунт убирают, а затем используют для укрепительных работ.

#### 4.1. Составление ведомости объёмов работ для подготовки дорожной полосы

Объёмы работ определяем по типовым поперечным профилям характерных участков дороги. Для этого определяем ширину выемки и канавы поверху, ширину насыпи понизу по формулам:

– ширина канавы  $b_k$ :

$$b_k = b + 2 m h_k, \quad (4.1)$$

– площадь канавы  $F_k$ :

$$F_k = b h_k + m h_k^2, \quad (4.2)$$

– ширина подошвы насыпи  $B_{\text{под}}$ :

$$B_{\text{под}} = B + 2 m H_n, \quad (4.3)$$

– ширина выемки поверху  $b_v$ :

$$b_v = B + 2b + 2m h_k + 2n (H_v + h_k), \quad (4.4)$$

где  $b$  – ширина канавы (кювета) понизу, м;

$h_k$  – глубина канавы, м;

$m$  – коэффициент заложения откоса насыпи, резерва или канавы;

$F_k$  – площадь поперечного сечения канавы, м;

$B$  – ширина земляного полотна поверху, м;

$H_n$  – средняя рабочая отметка насыпи, м;

$H_b$  – средняя глубина выемки на данном участке, м;

$n$  – внешнее заложение откоса выемки.

Объем работ на корчевке пней  $F_k$ , спиливании пней  $F_c$  и снятии растительного слоя  $S_p$  определяем по формулам

$$F_k = B_{\text{уч.к}} L_{\text{уч.к}}, \quad (4.5)$$

$$F_c = B_{\text{уч.с}} L_{\text{уч.с}}, \quad (4.6)$$

$$S_p = B_{\text{уч.р}} L_{\text{уч.р}}, \quad (4.7)$$

где  $B_{\text{уч.к}}$ ,  $B_{\text{уч.с}}$ ,  $B_{\text{уч.р}}$  – ширина участка корчевки, спиливания пней и снятия растительного слоя, м;

$L_{\text{уч.к}}$ ,  $L_{\text{уч.с}}$ ,  $L_{\text{уч.р}}$  – длина участков, м.

#### **4.2. Определение трудозатрат, количества машино-смен и комплекта механизмов для подготовки дорожной полосы**

Обычно корчевку пней производят корчевателями. Для снятия ПРС используют бульдозеры и режущие скреперы и автогрейдеры. Во всех случаях машина выбирается так, чтобы она была максимально загружена. Если это невозможно, следует предусматривать ее использование на других работах.

Корчевку пней и снятие ПРС целесообразно включать в специализированный поток возведения земляного полотна, а бульдозер, кроме этих работ, можно использовать для рыхления грунта, разработки грунта в боковых резервах и перемещение его в насыпь, разравнивание грунта.

Для определения трудозатрат и потребности машино-смен на подготовке дорожной полосы составляется ведомость при использовании сборников по форме табл. 4.1.

Для дальнейших расчетов принимаем, что лесонасаждения данной характеристики распределены равномерно по всей ширине дорожной полосы.

Расчетное количество пней, подлежащих корчевке и спиливанию, заносим в табл. 4.2.

Таблица 4.1

Ведомость очистки дорожной полосы

Расположение участка				Протяженность участка, м	Ширина, м			Средняя толщина ПРС, м	Объем работ		
Начало ПК+		Конец ПК+			канавы	подошвы насыпи	общая		Корчёвка пней, га	Спиливание пней, га	Снятие растительного слоя, м <sup>2</sup>
1		2		3	4	5	6	7	8	9	10
0	+00	8	+20	820,00	1,80	30,81	32,61	0,20	1,48	2,67	26740,00
8	+20	16	+40	820,00	1,80	35,00	35,00	0,20	1,48	2,87	28700,00
16	+40	21	+00	460,00	1,75	33,93	35,68	0,20	0,81	1,64	16413,00
21	+00	31	+00	1000,00	1,53	29,56	31,09	0,20	1,53	3,11	31090,00
31	+00	41	+00	1000,00	1,75	30,03	31,78	0,20	1,75	3,18	31780,00
41	+00	51	+00	1000,00	1,75	31,63	33,38	0,20	1,75	3,34	33380,00
51	+00	61	+00	1000,00	1,98	30,18	32,15	0,20	1,98	3,22	32150,00
61	+00	71	+00	1000,00	1,75	31,47	33,22	0,20	1,75	3,32	33220,00
71	+00	81	+00	1000,00	1,83	31,92	33,75	0,20	1,83	3,38	33750,00
81	+00	91	+00	1000,00	1,30	29,33	30,63	0,20	1,30	3,06	30630,00
91	+00	100	+00	900,00	1,40	35,92	37,32	0,20	1,26	3,36	33588,00
Итого									16,92	33,15	331441,00

Таблица 4.2

Ведомость принятого количества пней, подлежащих корчевке и спиливанию

Категория леса	Диаметр пня, см	Количество пней, шт.	
		корчевка пней	спиливание пней
Лес мелкий	25	3830	7432
Лес средний	33	724	1406

Состав специализированного отряда на корчевку пней корчевателем:

- трактор Т-100М с навесным корчевательным оборудованием – 1 маш.;
- тракторист 6 разр. – 1 чел.;
- подсобный рабочий 2 разр. – 1 чел.



Состав специализированного отряда на снятие ПРС:

- бульдозер ДЗ-24А – 1 маш.;
- машинист 6 разр. – 1 чел.

Состав специализированного отряда на спиливании пней бензомоторной пилой:

- бензомоторная пила – 1 шт.;
- пильщик 4 разр. – 1 чел.

На основании табл. 4.1 и 4.2 рассчитываем состав бригады и её оснащённость. Результаты сводим в табл. 4.3.

Таблица 4.3

Ведомость трудозатрат и потребности машино-смен  
на подготовке дорожной полосы

Наименование работ, типа и марки машин и механизмов	Объём работ	Источник норм	Норма времени	Потребность	
				машино- смен	чел.- дней
<u>Корчевка пней диаметром 25 см:</u> Трактор Т-100М	3830 шт. (16,92 га)	§Е13-8 (см. табл.1.8 ч. 2)	6,8 маш.-ч (чел.-ч) на 10 пней	19,55	39,10
<u>Корчевка пней диаметром 33 см:</u> Трактор Т-100М	724 шт. (16,92 га)		4,5 маш.-ч (чел.-ч) на 10 пней	18,22	36,44
<u>Снятие ПРС:</u> Бульдозер ДЗ-24А	331441,00 м <sup>2</sup>	§Е2-1-5 (см. табл.3.2 ч. 2)	1,3 маш.-ч (чел.-ч) на 1000 м <sup>2</sup>	53,86	53,86
<u>Спиливание пней диаметром 25 см:</u> Бензомоторная пила	7432 шт. (33,15 га)	§Е13-1 (см. табл.1.2 ч. 2)	0,225 маш.-ч (чел.-ч) на 10 пней	31,03	31,03
<u>Спиливание пней диаметром 33 см:</u> Бензомоторная пила	1406 шт. (33,15 га)		0,45 маш.-ч (чел.-ч) на 10 пней	10,16	10,16

Количество рабочих дней, необходимых для расчистки участка, определяем по формуле

$$T_p = \frac{N_m l}{L n}, \quad (4.8)$$

где  $N_m$  – потребность в машино-сменах на всю длину дороги, машино-смен;

$l$  – длина участка, м;

$L$  – длина участка дороги, на котором выполняются линейные работы, м;

$n$  – количество машин в бригаде.

Потребность в машино-сменах и человеко-днях рассчитываем из условия принятой продолжительности смены, равной 8 часам.

Назначаем состав звена на подготовке дорожной полосы и определяем число рабочих дней и календарную продолжительность работ (табл. 4.4).

#### Корчевка пней

$$T_p = 37,77 \cdot 10000 / 10000 \cdot 1 = 37,77 \text{ дн.}$$

Календарная продолжительность работ по корчевке пней:

$$T_k = T_p K = 37,77 \cdot 1,55 = 59 \text{ дн.}$$

#### Спиливание пней

$$T_p = 41,19 \cdot 10000 / 10000 \cdot 1 = 41,19 \text{ дн.}$$

Календарная продолжительность работ по спиливанию пней:

$$T_k = T_p K = 41,19 \cdot 1,55 = 64 \text{ дн.}$$

#### Снятие ПРС

$$T_p = 53,86 \cdot 10000 / 10000 \cdot 1 = 53,86 \text{ дн.}$$

Календарная продолжительность работ по снятию ПРС:

$$T_k = T_p K = 53,86 \cdot 1,55 = 84 \text{ дн.}$$

Так как все работы выполняются одновременно, то время работы всего отряда по подготовке дорожной полосы будет равно времени выполнения максимально продолжительной операции – снятия почвенно-растительного грунта. Остальные работы будут выполнены раньше.

Таблица 4.4

Состав бригады и потребное количество машин и механизмов

Наименование работ, профессии рабочих, марки машин и механизмов	Потребное количество		Расчётное количество		Фактическое количество	
	маш.-смен	чел.-дней	машин	человек	машин	человек
<u>Корчевка пней:</u>						
– трактор Т-100М с навесным корчевательным оборудованием	37,77	–	1	–	1	–
– тракторист	–	37,77	–	1	–	1
– подсобный рабочий	–	75,54	–	1,28	–	2
<u>Снятие ПРС</u>						
– бульдозер ДЗ-24А	53,86	–	0,64	–	1	–
– машинист	–	53,86	–	0,64	–	1
<u>Спиливание пней</u>						
– бензопила	41,19	–	0,64	–	1	–
– пильщик	–	41,19	–	0,64	–	1
<b>Всего:</b>	<b>132,82</b>	<b>170,59</b>			<b>3</b>	<b>4</b>

## 5. СТРОИТЕЛЬСТВО ИСКУССТВЕННЫХ СООРУЖЕНИЙ

### 5.1. Разбивка искусственных сооружений

Малые мосты и трубы возводятся до отсыпки земляного полотна специализированными отрядами по типовым проектам. До начала работ на местности в соответствии с проектом производят разбивку оси и контура трубы. При выполнении разбивки оси трубы используют пункты геодезической основы. Для этого с помощью теодолита восстанавливают ось трассы и стальной лентой измеряют расстояния от ближайшего пикета до оси трубы. Вслед за этим с помощью установленного в точке пересечения осей трассы и трубы угломерного инструмента намечают продольную ось трубы и закрепляют ее четырьмя створными столбиками (по два с каждой стороны от оси дороги), располагающимися на таком расстоянии, чтобы они не мешали производству работ. Затем от оси трубы в обе стороны разбивают очертания котлована под тело трубы и оголовков, забивая для этого колья. Определяют отметки в характерных точках и вычисляют глубину котлована.

В дальнейшем в ходе строительства трубы проверяют положение в плане и по высоте фундамента тела трубы, заданный уклон, отметки оголовков входного и выходного и выполняют разбивку русел подводящих и отводящих. У места устройства трубы должен находиться временный репер для обеспечения контроля высотной разбивки трубы.

## 5.2. Сооружение водопропускных труб

Монтаж элементов трубы начинают с укладки фундаментов от выходного оголовка к входному с учетом температурных швов между ними. Звенья труб также устраивают от выходного оголовка к входному. При устройстве гидроизоляции швы между звеньями по окончании монтажа заделывают паклей, а затем заливают битумной мастикой. Затем сверху в местах стыков швов наклеивают полосы двухслойной изоляции. Поверхность трубы, соприкасающуюся с грунтом, обмазывают битумной мастикой при температуре 150–170 °С.

Засыпка труб выполняется одновременно с обеих сторон горизонтальными слоями толщиной 15–20 см с тщательным уплотнением.

Укрепление откосов насыпи входных и выходных оголовков, а также русла входных оголовков предусмотрено сборными бетонными плитами П-1. Русла выходных оголовков укрепляются монолитным бетоном  $h = 12$  см по слою щебёночной подготовки  $h = 10$  см, армированным металлической сеткой.

## 5.3. Составление ведомости искусственных сооружений

Ведомость необходима для определения ресурсов на строительство. Тип искусственных сооружений и их размеры определяются проектом дороги. Данные о типе искусственных сооружений заносим в ведомость (табл. 5.1). Искусственные сооружения подразделяют на сосредоточенные и линейные.

Длину трубы определяют по упрощенной формуле

$$L_{\text{тр}} = B_{\text{з.п}} + 2m (H_{\text{нас}} - d - \delta), \quad (5.1)$$

где  $B_{\text{з.п}}$  – ширина земляного полотна поверху, м;

$H_{\text{нас}}$  – высота насыпи, м;

$d$  – диаметр трубы, м;

$m$  – коэффициент заложения откосов земляного полотна;

$\delta$  – толщина стенки трубы, м (можно принять равной 0,15 м).

Расчетную длину трубы округляют до целого числа, кратного длине звена.

Таблица 5.1

Ведомость искусственных сооружений

Местоположение сооружения	Наименование искусственного сооружения	Диаметр трубы, м	Длина трубы, м	Высота насыпи, м
20+00	Круглая ж/б труба	d=1,5 м	24	2,79
36+75	Круглая ж/б труба	d=1,5 м	42	5,03
42+50	Круглая ж/б труба	d=1,5 м	24	2,81
51+40	Круглая ж/б труба	d=1,5 м	27	3,1
64+70	Круглая ж/б труба	d=1,5 м	22	2,52
78+45	Круглая ж/б труба	d=1,5 м	25	2,88
89+00	Круглая ж/б труба	d=1,5 м	23	2,63

**5.4. Определение состава бригады для строительства искусственных сооружений**

Состав специализированного отряда для строительства трубы:

- экскаватор Э-651..... 1 шт.
- бульдозер ДЗ-24А ..... 1 шт.
- автомобильный кран КС-2561 ..... 1 шт.
- самоходный комбинированный каток ДУ-31А..... 1 шт.
- электростанция ПЭС-12М ..... 1 шт.

– электровибраторы:

ИВ-101..... 1 шт.

ИВ-47Б ..... 1 шт.

ИВ-113 ..... 1 шт.

- битумный котел вместимостью 400 л..... 1 шт.

Рабочие (на одну смену):

- машинисты и мотористы ..... 5 чел.

- дорожные рабочие..... 5 чел.

Составляем ведомость определения продолжительности строительства труб (табл.5.2).

Технология строительства трубы (рис. 5.1)

1. Устройство траншеи – грунт вынимают на глубину основания трубы. Высота основания трубы складывается из толщины подготовки и высоты фундамента.
2. Устройство подготовки – разбивка площадки для устройства подготовки под фундамент, разравнивание и планировка подготовки, уплотнение

подготовки. Материалы подготовки – щебень (гравий) или гравийно-песчаная смесь – укладываются на дно траншеи толщиной 0,1–0,3 м.

Площадь подготовки считается как произведение длины трубы на диаметр трубы с шириной прохода 0,6 м с каждой стороны, т.е.

$$S_{\text{подг}} = (D_{\text{у.тр}} + 2 \cdot 0,6) L_{\text{тр}}, \quad (5.2)$$

где  $D_{\text{у.тр}}$  – диаметр укладываемой трубы (если двухочковая, то два диаметра плюс зазор между ними 0,3 м, если квадратная, то учитывается длина грани квадрата, уложенного на основание).

3. Устройство фундаментов. Фундаменты под ж/б трубу устраивают из железобетонных прямоугольных блоков, плит, лекальных блоков.
4. Укладка звеньев трубы.
5. Установка блоков оголовков.

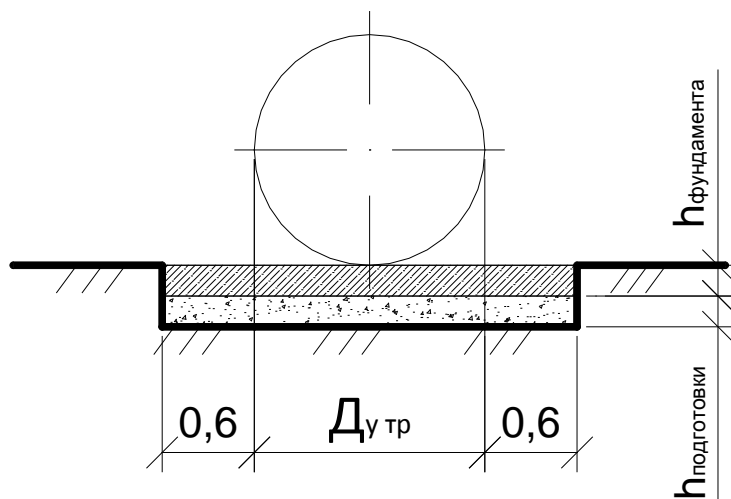


Рис. 5.1. Схема уложенной на фундамент трубы

Для проведения дальнейших расчетов примем:

- устройство подготовки из щебеночного основания толщиной 0,2 м;
- устройство фундамента под железобетонную трубу из железобетонных прямоугольных плит толщиной 200 мм.

Для определения общей трудоемкости на строительство круглых железобетонных труб необходимо расчетный объем работ умножить на трудозатраты. Количество рабочих дней определяется делением общей трудоемкости работ на количество часов в смене.

Таблица 5.2

Ведомость определения трудозатрат на строительство  
искусственных сооружений

Местоположение трубы, ПК+	Наименование работ	Ед. измерения	Объем работ	Источник норм	Трудоемкость, бригадо-ч		Кол-во дней на бригаду
					на ед.изм.	всего	
1	2	3	4	5	6	7	8
20+00	<u>Устройство тела трубы</u> <u>Ду 1,5 м</u>						
	1. Устройство траншеи экскаватором Э-651	100м <sup>3</sup>	0,26	§ Е2-1-8 (см. табл. 3.6 ч. 2)	2,7	0,70	
	2. Устройство подготовки	100м <sup>2</sup>	0,65	§ Е4-3-172 (см. табл. 2.1 ч. 2)	20	13,00	
	3. Устройство фундамен- тов из плит при подаче автомобильным краном КС-2561	1 п.м.	24,12	§ Е4-3-174 (см. табл. 2.3 ч. 2)	0,64	15,44	
	4. Укладка звеньев трубы при подаче автомобиль- ным краном КС-2561	1 п.м.	24,12	§ Е4-3-175 (см. табл. 2.4 ч. 2)	0,28	6,75	
	5. Установка блоков оголовков при подаче автомобильным краном КС-2561:	1 шт.	2	§ Е4-3-176 (см. табл. 2.5 ч. 2)	2,56	5,12	
	-портальная стенка -откосные крылья	1 шт.	2		1,92	3,84	
	<b>Итого по трубе</b>					<b>44,85</b>	<b>5,61</b>
36+75	<u>Устройство тела трубы</u> <u>Ду 1,5 м</u>						
	1. Разработка траншеи экскаватором Э-651	100м <sup>3</sup>	0,45	§ Е2-1-8 (см. табл. 3.6 ч. 2)	2,7	1,22	
	2. Устройство подготовки	100м <sup>2</sup>	1,13	§ Е4-3-172 (см. табл. 2.1 ч. 2)	20	22,60	
	3. Устройство фундамен- тов из плит при подаче автомобильным краном КС-2561	1 п.м.	42,04	§ Е4-3-174 (см. табл. 2.3 ч. 2)	0,64	26,91	

Продолжение табл. 5.2

1	2	3	4	5	6	7	8
	4. Укладка звеньев трубы при подаче автомобильным краном КС-2561	1 п.м.	42,04	§ Е4-3-175 (см. табл. 2.4 ч. 2)	0,28	11,77	
	5. Установка блоков оголовков при подаче автомобильным краном КС-2561:	1 шт.	2	§ Е4-3-176 (см. табл. 2.5 ч. 2)	2,56	5,12	
	-портальная стенка	1 шт.	2		1,92	3,84	
	<b>Итого по трубе</b>					<b>71,46</b>	<b>8,93</b>
42+50	<u>Устройство тела трубы</u> <u>Ду 1,5 м</u>						
	1. Разработка траншеи экскаватором Э-651	100м <sup>3</sup>	0,26	§ Е2-1-8 (см. табл. 3.6 ч. 2)	2,7	0,70	
	2. Устройство подготовки	100м <sup>2</sup>	0,65	§ Е4-3-172 (см. табл. 2.1 ч. 2)	20	13,04	
	3. Устройство фундаментов из плит при подаче автомобильным краном КС-2561	1 п.м.	24,12	§ Е4-3-174 (см. табл. 2.3 ч. 2)	0,64	15,44	
	4. Укладка звеньев трубы при подаче автомобильным краном КС-2561	1 п.м.	24,12	§ Е4-3-175 (см. табл. 2.4 ч. 2)	0,28	6,75	
	5. Установка блоков оголовков при подаче автомобильным краном КС-2561:	1 шт.	2	§ Е4-3-176 (см. табл. 2.5 ч. 2)	2,56	5,12	
	-портальная стенка	1 шт.	2		1,92	3,84	
	<b>Итого по трубе</b>					<b>44,85</b>	<b>5,61</b>
51+40	<u>Устройство тела трубы</u> <u>Ду 1,5 м</u>						
	1. Разработка траншеи экскаватором Э-651	100м <sup>3</sup>	0,29	§ Е2-1-8 (см. табл. 3.6 ч. 2)	2,7	0,78	
	2. Устройство подготовки	100м <sup>2</sup>	0,73	§ Е4-3-172 (см. табл. 2.1 ч. 2)	20	14,60	



Продолжение табл. 5.2

1	2	3	4	5	6	7	8
	3. Устройство фундамен- тов из плит при подаче автомобильным краном КС-2561	1 п.м.	26,60	§ Е4-3-174 (см. табл. 2.3 ч. 2)	0,64	17,02	
	4. Укладка звеньев трубы при подаче автомобиль- ным краном КС-2561	1 п.м.	26,60	§ Е4-3-175 (см. табл. 2.4 ч. 2)	0,28	7,45	
	5. Установка блоков оголовков при подаче автомобильным краном КС-2561: -портальная стенка -откосные крылья	1 шт. 1 шт.	2 2	§ Е4-3-176 (см. табл. 2.5 ч. 2)	2,56 1,92	5,12 3,84	
	<b>Итого по трубе</b>					<b>48,81</b>	<b>6,10</b>
64+70	<u>Устройство тела трубы</u> <u>Ду 1,5 м</u> 1. Разработка траншеи экскаватором Э-651	100м <sup>3</sup>	0,24	§ Е2-1-8 (см. табл. 3.6 ч. 2)	2,7	0,65	
	2. Устройство подготовки	100м <sup>2</sup>	0,59	§ Е4-3-172 (см. табл. 2.1 ч. 2)	20	11,80	
	3. Устройство фундамен- тов из плит при подаче автомобильным краном КС-2561	1 п.м.	21,96	§ Е4-3-174 (см. табл. 2.3 ч. 2)	0,64	14,05	
	4. Укладка звеньев трубы при подаче автомобиль- ным краном КС-2561	1 п.м.	21,96	§ Е4-3-175 (см. табл. 2.4 ч. 2)	0,28	6,15	
	5. Установка блоков оголовков при подаче автомобильным краном КС-2561: -портальная стенка -откосные крылья	1 шт. 1 шт.	2 2	§ Е4-3-176 (см. табл. 2.5 ч. 2)	2,56 1,92	5,12 3,84	
	<b>Итого по трубе</b>					<b>41,61</b>	<b>5,20</b>
78+45	<u>Устройство тела трубы</u> <u>Ду 1,5 м</u> 1. Разработка траншеи экскаватором Э-651	100м <sup>3</sup>	0,27	§ Е2-1-8 (см. табл. 3.6 ч. 2)	2,7	0,73	

Окончание табл. 5.2

1	2	3	4	5	6	7	8
	2. Устройство подготовки	100м <sup>2</sup>	0,68	§ Е4-3-172 (см. табл. 2.1 ч. 2)	20	13,60	
	3. Устройство фундамен- тов из плит при подаче автомобильным краном КС-2561	1 п.м.	24,84	§ Е4-3-174 (см. табл. 2.3 ч. 2)	0,64	15,90	
	4. Укладка звеньев трубы при подаче автомобиль- ным краном КС-2561	1 п.м.	24,84	§ Е4-3-175 (см. табл. 2.4 ч. 2)	0,28	6,96	
	5. Установка блоков оголовков при подаче автомобильным краном КС-2561: -портальная стенка -откосные крылья	1 шт. 1 шт.	2 2	§ Е4-3-176 (см. табл. 2.5 ч. 2)	2,56 1,92	5,12 3,84	
	<b>Итого по трубе</b>					<b>46,15</b>	<b>5,77</b>
89+00	<u>Устройство тела трубы</u> <u>Ду 1,5 м</u>						
	1. Разработка траншеи экскаватором Э-651	100м <sup>3</sup>	0,25	§ Е2-1-8 (см. табл. 3.6 ч. 2)	2,7	0,68	
	2. Устройство подготовки	100м <sup>2</sup>	0,62	§ Е4-3-172 (см. табл. 2.1 ч. 2)	20	12,42	
	3. Устройство фундамен- тов из плит при подаче автомобильным краном КС-2561	1 п.м.	22,84	§ Е4-3-174 (см. табл. 2.3 ч. 2)	0,64	14,62	
	4. Укладка звеньев трубы при подаче автомобиль- ным краном КС-2561	1 п.м.	22,84	§ Е4-3-175 (см. табл. 2.4 ч. 2)	0,28	6,40	
	5. Установка блоков оголовков при подаче автомобильным краном КС-2561: -портальная стенка -откосные крылья	1 шт. 1 шт.	2 2	§ Е4-3-176 (см. табл. 2.5 ч. 2)	2,56 1,92	5,12 3,84	
	<b>Итого по трубе</b>					<b>43,08</b>	<b>5,39</b>
	<b>Итого на дорогу</b>						<b>42,61</b>

Находим календарную продолжительность работ:

$$T_k = 42,61 \cdot 1,55 = 66 \text{ дн.}$$

## 6. ВОЗВЕДЕНИЕ ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА

Сооружение земляного полотна автомобильной дороги осуществляется в зависимости от принятой технологии, установленных сроков выполнения работ комплексно-механизированным способом с применением средств механизации.

### 6.1. Классификация транспортных работ

По назначению и увязке с другими видами работ, применяемым транспортным средствам и дальности возки транспортные работы на дорожном строительстве подразделяют на 2 группы.

1-я группа: транспортные работы, являющиеся составной частью технологического процесса строительно-монтажных работ или производственного предприятия (так называемый технологический паспорт).

Пример:

- перемещение грунта при сооружении земляного полотна на короткие расстояния (до 500–1000 м) землеройными машинами-бульдозерами, скреперами и т.д.;

- перемещение строительных материалов (камня, бетонных блоков, лесоматериала) на строительстве мостов в пределах строительной площадки с помощью транспортеров, строительных кранов, автопогрузчиков и т.д.;

- перемещение материалов (щебня, песка, гравия) из штабелей к смесительным и дозировочным установкам, осуществляемое с помощью ленточных транспортеров, канатных скреперов, бульдозеров, узкоколейных вагонеток и т.п.;

- перемещение цемента, минерального порошка, извести со склада к смесительным и дозировочным установкам по трубопроводам или с помощью транспортеров;

- транспортировка (перекачка) битумов, дегтей, различного жидкого топлива, воды по трубопроводам и т.п.

Организация работы технологического транспорта полностью подчинена требованиям общей схемы технологического процесса, и ее разрабатывают при составлении технологических карт на соответствующие строительно-монтажные или заготовительные работы.

Особо нужно выделить транспортировку грунта на значительные расстояния (обычно свыше 2–3 км), выполняемую автомобилями.

2-я группа: транспортные работы по доставке различных материалов, полуфабрикатов и готовых изделий с мест их заготовки к местам потребления.

Пример:

- перевозка дорожно-строительных материалов (щебня, гравия, песка) из карьеров на дорогу или на АБЗ, ЦБЗ;
- перевозка различных битумоминеральных и цементобетонных смесей с территории изготовляющих предприятий на автомобильную дорогу;
- транспортировка продукции промышленности (цемента, битума, лесоматериала и т.п.) по железной дороге, водным путям сообщения или автомобилями на перевалочные и центральные склады строительства и далее со складов к местам использования.

В работах 2-й группы наибольший объем занимает вывозка различных каменных материалов (цементобетонных и асфальтобетонных смесей и т.п.) для устройства дорожных одежд. Основным транспортным средством являются автомобили различного назначения: бортовые, самосвалы, автомобили со специальными кузовами для перевозки цемента, битума, воды и т.д. Для перевозки по железной дороге используются специализированные вагоны.

При выполнении транспортных работ учитывают также сезонные особенности дорожного строительства. Обычно на строительно-монтажных работах, выполняемых непосредственно на дороге, потребность в транспортных средствах возрастает летом и снижается зимой. Для этого с целью максимального использования зимнего периода и снижения потребности в транспортных средствах летом возможны большие объемы транспортных работ, перенесенные на зимний период. Зимой завоз материалов намечают на участки, наиболее удаленные от источников снабжения. На зиму намечают также перевозки грузов автомобилями с максимальным использованием снежных и ледяных подъездных путей и переправ. Эти пути можно прокладывать по кратчайшим расстояниям, сокращая дальность перевозок грузов. Зимние и временные дороги целесообразно использовать на заболоченных участках, характеризующихся плохой проходимостью в летних условиях. Планируют наиболее «невыгодные» (но неизбежные по общей схеме организации строительства) транспортные работы, на которых на каждую тонну завезенных грузов приходится максимальное (по сравнению с другими участками) количество километров пробега.

Транспорт, обслуживающий строительство автомобильных дорог (транспортные работы 2-й группы), условно разделяют на внешний и внутренний.

Внешний – транспорт, осуществляющий доставку материалов на строительство из пунктов снабжения, расположенных вне района строительства. Основными грузами внешнего транспорта являются материалы промышленности (цемент, битум, металл, топливо и смазочные материалы и т.д.) и каменные материалы, если их нет в районе строительства.

Внутренний – транспорт, осуществляющий перевозку строительных грузов внутри района строительства. Этот транспорт полностью подчинен дорожно-строительной организации.

## 6.2. Технология возведения земляного полотна

Поперечные профили земляного полотна приняты применительно к типовому проекту «Земляное полотно автомобильных дорог общего пользования» серии 503-0-48.87. При строительстве дороги «г. Серов – г. Североуральск на участке км 42 – км 53» приняты следующие типы поперечных профилей:

- тип 2 – высота насыпи высотой до 3,0 м;
- тип 3 – высота насыпи с 3,0 м до 6,0 м;
- тип 1-Б – применяется на болотах;
- тип 13 – выемка глубиной от 1,0 до 5,0 м;
- тип 7 – выемка глубиной до 1,0 м.

В комплекс работ по устройству земляного полотна входят подготовительные, основные и отделочные работы.

Подготовительные работы состоят из разделов:

- разбивочные работы;
- устройство нагорных канав в местах разработки выемок;
- устройство уступов на крупных косогорах.

В состав основных земляных работ входят разработка грунта в карьере и перемещение его в тело насыпи автомобилями-автосамосвалами.

К отделочным работам относятся:

- планировка верха и откосов земляного полотна;
- укрепление дна, откосов кюветов и откосов земляного полотна.

Разбивку земляного полотна выполняют в соответствии с поперечным профилем, уточненным в процессе восстановления по рабочим чертежам проекта.

Разбивка сводится к таким работам, как нанесение и закрепление на местности основных точек поперечного профиля насыпи, выемок, нулевых мест с учетом боковых и водоотводных канав, резервов для обеспечения профильного производства работ.

При разбивке земляного полотна колышки с высотными отметками выносятся за пределы боковых резервов. Обязательно на всех необходимых точках восстанавливают и закрепляют разбивочные знаки (ось, углы поворота, пикетаж, выносные отметки).

## 6.3. Разбивочные работы

Непосредственно перед началом земляных работ производят разбивку, состоящую в нанесении и закреплении на местности основных точек, определяющих поперечные размеры будущих насыпей и выемок с учётом уклона местности, толщины снимаемого растительного слоя и расположения боковых канав.

Эту работу выполняют на основе произведённого пикетажа оси дороги, руководствуясь проектными материалами и рабочими чертежами,

в которых приведены типовые поперечные профили насыпей и выемок будущей дороги, продольный профиль с рабочими отметками каждого пикета.

При разбивке учитывают конструкцию поперечного профиля дороги в окончательном виде. На всех необходимых точках восстанавливают и закрепляют разбивочные знаки.

Все необходимые точки закрепляют на местности кольями. На них делают затёски, на которых несмываемой краской указывают номер пикета и плюса, отметку насыпи и выемки. На тех участках, на которых не был произведен пикетаж или он оказался сбитым, пикетные точки выносят, пользуясь реперами. Из опасения, что поставленные колья могут быть сбиты землеройными машинами и автомобилями, за пределами рабочей зоны устанавливаются дополнительные колья, которые позволят восстановить точки сбитых кольев с отметками.

При большом объёме разбивочных работ при управлении строящейся дороги создают специальную геодезическую службу для проведения всех разбивочных работ. Служба должна гарантировать высокое качество переноса проектов в натуру и обеспечивать непрерывный контроль за их исполнением.

Простейшие разбивочные работы проводят с применением визирок или универсального откосника. Визирка состоит из двух металлических штанг, наружная (первая) является направляющей для другой и предназначена для закрепления в грунте, другая (внутренняя) свободно передвигается по первой, имеет в верхней части горизонтальную планку и закрепляется на заданной высоте.

На участках возведения земляного полотна для закрепления оси дороги в плане перед началом работ на каждом пикете и в местах перелома продольного профиля с двух сторон забивают колья на определённом расстоянии.

Затем на кольях делают разноску рабочих отметок путём нивелирования от репера. Полученные отметки увеличивают на одинаковую величину. На кольях на этой высоте прибивают планку, верх которой и является линией визирования.

Затем по данным поперечного профиля вычисляют расстояния от линии визирования до поверхности земляного полотна у края проезжей части. По полученным данным закрепляют верхнюю горизонтальную планку визирки. По этим визиркам и линиям визирования назначают высоту насыпи.

На дорогах, имеющих высоту насыпи по оси до 1,5 м, забивают колья, указывающие номера пикетов и высоту насыпи, а рядом ставят вежу с поперечной планкой наверху, обозначающей поверхность будущей насыпи. При насыпях большей высоты ограничиваются забивкой только кольев по оси.

На крутых косогорах используют рейку с водяным уровнем и откосными планками. Рейка обычно имеет длину 3 м, планки – 0,3–0,4 м, жестко соединённые между собой под заданным уклоном откоса насыпи. При разбивке насыпей для облегчения работ на некрутых уклонах местности применяют переносной шаблон.

Линии пересечения откосов насыпи с поверхностью земли закрепляют кольями, но лучше провести борозду автогрейдером. Для указания направления откосов и подошвы устанавливают откосное лекало (треугольник из деревянных планок).

#### **6.4. Подготовка основания**

При проведении подготовительных работ следует учитывать ширину земляного полотна, которая зависит от категории дороги и толщины дорожной одежды.

Уплотнение грунта производят 16–30-тонными катками на пневматических шинах. Особенно важно доуплотнение грунта для обеспечения ровности и прочности покрытия непосредственно в пределах проезжей части.

Доуплотнение производят челночными проходами катков, начиная от бровок земляного полотна с перемещением при каждом проходе ближе к оси на  $2/3$  уплотняемой полосы. Оставшиеся неровности на земляном полотне после катков на пневматическом ходу заглаживают за два-три прохода двух- или трехвальцовых катков массой не менее 8–10 т.

#### **6.5. Выбор типа ведущей машины**

При выборе ведущей машины на возведении земляного полотна принимается, что большая часть объемов земляных работ производится из сосредоточенного грунтового карьера.

Поэтому принимаем в качестве ведущей дорожно-строительной машины автосамосвал с экскаватором. Ведущая машина должна быть загружена максимально. Причем ее сменная загрузка определяется в зависимости от ее технических возможностей.

#### **6.6. Отсыпка насыпи при доставке грунта автосамосвалами из карьера**

Процесс возведения насыпей в основном состоит из последовательной укладки грунта. Доставленный на место строительства насыпи грунт укладывают в определенном порядке в зависимости от рельефа местности, конструкции земляного полотна. Укладка грунта ведется таким образом, чтобы образовался ровный слой определенной толщины, который сравнительно легко можно уплотнить.

Последовательно укладыванием слоев один на другой доводят насыпь до проектной отметки. Такой способ устройства насыпи называется способом послойной отсыпки. Его достоинством является возможность получать насыпь с требуемой плотностью грунта в любой её части.

При послойной отсыпке работы ведут на двух захватках: на одной из них производят разгрузку транспортных средств и разравнивание грунта слоем необходимой толщины, на следующей уплотняют уже подготовленный слой грунта.

Обычно отсыпку слоя грунта и его уплотнение выполняют на половине ширины земляного полотна, в это время движение транспортных средств с грунтом происходит по другой половине. Укладку и разравнивание грунта производят от краев к середине.

При достаточной ширине транспортные средства разворачиваются на насыпи и подходят под разгрузку задним ходом.

### **6.7. Разравнивание и уплотнение грунта**

Земляное полотно в большинстве случаев возводят примерно за год до начала работ по строительству дорожной одежды. За этот период земляное полотно доуплотняется под воздействием природных факторов и движения грузовых автомобилей, обслуживающих строительство дороги. При насыщении водой и замерзании зимой пылеватые пористые грунты разуплотняются, если степень их уплотнения не была высокой, а коэффициент уплотнения был меньше 1. Во избежание разуплотнения грунтов необходимо проводить их усиленное уплотнение при возведении земляного полотна. Для этих целей применяют повышенный коэффициент уплотнения в размере 1,1. Для достижения такой степени уплотнения необходимо повышать массу катков и применять более эффективные уплотняющие средства.

Происходившее движение автомобилей приводит к образованию колеи и нарушению ровности поверхности. Тяжелые суглинки при увлажнении превращаются в месиво и задерживают сток воды с земляного полотна. Поэтому до начала уплотнения необходимо отвести воду, высушить грунт и провести планировочные работы для выравнивания земляного полотна и придания ему поперечного уклона от оси к краям по величине, равной проектному поперечному уклону покрытия.

Работы по подготовке земляного полотна начинают проводить, когда грунт подсохнет и достигнет оптимальной влажности, не будет липнуть к отвалу автогрейдера или вальцам катка. Планировку производят круговыми проходами по захватке автогрейдером. Длина захватки должна быть равна двойной длине последующих захваток, так как подготовительные работы могут быть выполнены за одну дневную смену из-за их малой трудоемкости при сравнительно высокой производительности автогрейдеров и катков.



Уплотнение, верхнее доуплотнение грунта производят 16–30-тонными катками на пневматических шинах. Особенно важно доуплотнение грунта непосредственно в пределах проезжей части для обеспечения ровности и прочности покрытия.

Доуплотнение производят челночными проходами катков, начиная от бровок земляного полотна с перемещением при каждом проходе ближе к оси на  $2/3$  уплотняемой полосы. Оставшиеся неровности после катков на пневматическом ходу на земляном полотне заглаживают за два-три прохода двух- или трехвальцовых катков массой не менее 8–10 т.

В отдельных случаях при возведении насыпи в год строительства дорожной одежды в целях повышения устойчивости и прочности доуплотняют земляное полотно трамбуемыми машинами или плитами, подвешенными к экскаватору. Это обеспечивает при сыпучих грунтах большую глубину уплотнения по сравнению с глубиной уплотнения катками. Кроме того, при динамическом воздействии плит сотрясается все земляное полотно, что приводит к лучшему взаимному перемещению частиц грунта и повышению его плотности. Такое уплотнение особенно необходимо в верхней части, если насыпь не доведена до требуемой степени уплотнения.

Желательно поверхностный слой земляного полотна улучшать мелкозернистым материалом – песком, золой уноса, котельным шлаком и т.д. В этом случае после разравнивания материал перемешивают с грунтом автогрейдерами с кирковщиками, после разравнивания уплотняют тяжелыми катками на пневматических шинах.

Для выполнения земляных работ при строительстве дороги принимаем:

- доставку грунта автосамосвалами;
- разравнивание грунта – бульдозером;
- уплотнение грунта насыпи – пневматическим катком;
- планировку земляного полотна – автогрейдером.

## 6.8. Определение количества слоев возводимой насыпи

Технологическая карта на возведение земляного полотна составляется для каждого участка с различными типами поперечного профиля отдельно из-за различной технологии строительства земляного полотна. Составлена технологическая карта на возведение земляного полотна для участка ПК 20 + 00 – ПК 30 + 00. Определяем количество конструктивных слоев  $n_c$ , из которых возводится насыпь земляного полотна, по формуле

$$n_c = (H_{cp} - h_{д.о}) / H_i, \quad (6.1)$$

где  $H_{cp}$  – средняя рабочая отметка насыпи, м;  
 $h_{д.о}$  – толщина дорожной одежды, м;  
 $H_i$  – толщина конструктивного слоя, м.

Толщина конструктивного слоя для скального грунта при требуемом коэффициенте уплотнения 0,99 и массе пневматического катка 30 т равна 30 см при 10 проходах по одному следу.

$$n = (2,35 - 0,58) / 0,30 = 5,90.$$

Принимаем количество слоев насыпи: 5 слоев по 0,30 м и 1 слой 0,27 м.

### 6.9. Определение объемов работ на послойную разработку грунта для насыпи, его разравнивание и уплотнение

Ширина каждого слоя насыпи

$$B_i = B + 2m(H_{cp} - \sum h_i), \quad (6.2)$$

где  $B$  – ширина земляного полотна поверху, м;  
 $m$  – заложение откоса насыпи;  
 $h_i$  – толщина отсыпаемого слоя насыпи, м.

Ширина земляного полотна поверху определяется по зависимости

$$B = B_{зп} + 2mh_{до}, \quad (6.3)$$

где  $B_{зп}$  – ширина земляного полотна поверху в зависимости от категории дороги, м.

$$B = 15 + 2 \cdot 4 \cdot 0,58 = 19,64 \text{ м.}$$

$B = 19,64 \text{ м}$  – с этой отметки начинается устройство дорожной одежды.

$B_1$  рассчитываем для насыпи 2,35 – это средняя рабочая отметка.

$$\begin{aligned} B_n &= 15 + 2 \cdot 4 \cdot (2,35 - 0,00) = 33,80 \text{ м;} \\ B_1 &= 15 + 2 \cdot 4 \cdot (2,35 - 0,30) = 31,40 \text{ м;} \\ B_2 &= 15 + 2 \cdot 4 \cdot (2,35 - 0,60) = 29,00 \text{ м;} \\ B_3 &= 15 + 2 \cdot 4 \cdot (2,35 - 0,90) = 26,60 \text{ м;} \\ B_4 &= 15 + 2 \cdot 4 \cdot (2,35 - 1,20) = 24,20 \text{ м;} \\ B_5 &= 15 + 2 \cdot 4 \cdot (2,35 - 1,50) = 21,80 \text{ м;} \\ B_6 &= B = 15 + 2 \cdot 4 \cdot (2,35 - 1,77) = 19,64 \text{ м.} \end{aligned}$$

Схема земляного полотна послойно представлена на рис. 6.1.

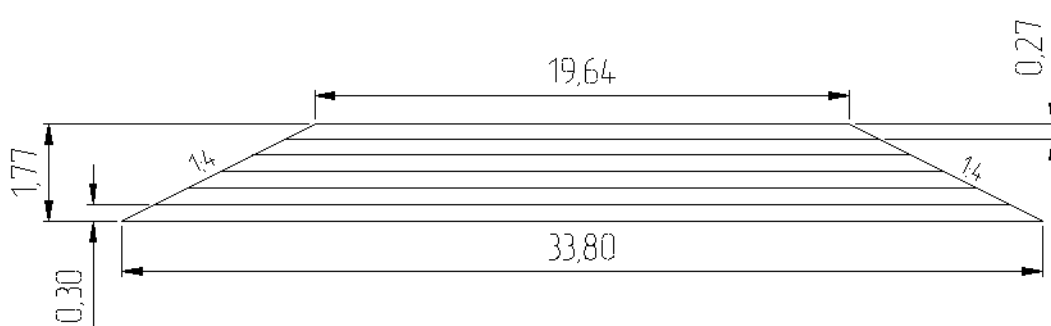


Рис. 6.1. Расчётная послойная схема земляного полотна

Объем грунта в каждом слое насыпи:

$$V_i = (B_i h_i + m h_i^2) L K, \quad (6.4)$$

где  $B_i$  – ширина каждого отдельного слоя насыпи, м;  
 $h_i$  – толщина слоя, м;  
 $L$  – длина строящегося участка дороги, м;  
 $K$  – коэффициент переуплотнения,  $K = 1,05..1,15$ .

Объем работ на длине захватки составит:

$$\begin{aligned} V_1 &= (31,40 \cdot 0,30 + 4 \cdot 0,30^2) \cdot 150 \cdot 1,1 = 1613,70 \text{ м}^3; \\ V_2 &= (29,00 \cdot 0,30 + 4 \cdot 0,30^2) \cdot 150 \cdot 1,1 = 1494,90 \text{ м}^3; \\ V_3 &= (26,60 \cdot 0,30 + 4 \cdot 0,30^2) \cdot 150 \cdot 1,1 = 1376,10 \text{ м}^3; \\ V_4 &= (24,20 \cdot 0,30 + 4 \cdot 0,30^2) \cdot 150 \cdot 1,1 = 1257,30 \text{ м}^3; \\ V_5 &= (21,80 \cdot 0,30 + 4 \cdot 0,30^2) \cdot 150 \cdot 1,1 = 1138,50 \text{ м}^3; \\ V_6 &= (19,64 \cdot 0,27 + 4 \cdot 0,27^2) \cdot 150 \cdot 1,1 = 923,08 \text{ м}^3. \end{aligned}$$

Объем работ на всю длину дороги составит:

$$\begin{aligned} V_1 &= (31,40 \cdot 0,30 + 4 \cdot 0,30^2) \cdot 10000 \cdot 1,1 = 107\,580,00 \text{ м}^3; \\ V_2 &= (29,00 \cdot 0,30 + 4 \cdot 0,30^2) \cdot 10000 \cdot 1,1 = 99\,660,00 \text{ м}^3; \\ V_3 &= (26,60 \cdot 0,30 + 4 \cdot 0,30^2) \cdot 10000 \cdot 1,1 = 91\,740,00 \text{ м}^3; \\ V_4 &= (24,20 \cdot 0,30 + 4 \cdot 0,30^2) \cdot 10000 \cdot 1,1 = 83\,820,00 \text{ м}^3; \\ V_5 &= (21,80 \cdot 0,30 + 4 \cdot 0,30^2) \cdot 10000 \cdot 1,1 = 75\,900,00 \text{ м}^3; \\ V_6 &= (19,64 \cdot 0,27 + 4 \cdot 0,27^2) \cdot 10000 \cdot 1,1 = 61\,538,40 \text{ м}^3. \end{aligned}$$

$$\sum V_i = 520\,238,40 \text{ м}^3.$$

Данные расчетов сводим в табл. 6.1.

Таблица 6.1

Объем работ на послойную обработку грунта

Номер слоя	$B_i, \text{ м}$	$S_i \text{ м}^2$	На захватку		На дорогу	
			$V_i = S_i L \cdot 1.1, \text{ м}^3$	$\Omega = B_i L, \text{ м}^2$	$V_i = S_i L \cdot 1.1, \text{ м}^3$	$\Omega = B_i L, \text{ м}^2$
6	19,64	5,59	923,08	2 946,00	61 538,40	196 400,00
	21,80					
5	21,80	6,90	1 138,50	3 270,00	75 900,00	218 000,00
	24,20					
4	24,20	7,62	1 257,30	3 630,00	83 820,00	242 000,00
	26,60					
3	26,60	8,34	1 376,10	3 990,00	91 740,00	266 000,00
	29,00					
2	29,00	9,06	1 494,90	4 350,00	99 660,00	290 000,00
	31,40					
1	31,40	9,78	1 613,70	4 710,00	107 580,00	314 000,00
	33,80			5 070,00		338 000,00

### 6.10. Определение объемов работ по планировке земляного полотна

Объемы работ на планировке верха земляного полотна

$$S_{\text{пл1}} = BL, \quad (6.5)$$

где  $B$  – ширина земляного полотна, м;

$L$  – длина участка, м.

$S_{\text{пл1}} = 19,64 \cdot 150 = 2\,946 \text{ м}^2$  – для захватки.

$S_{\text{пл1}} = 19,64 \cdot 10000 = 196\,400 \text{ м}^2$  – для дороги.

Объем работ на планировке откосов земляного полотна

$$S_{\text{пл2}} = 2H_{\text{зп}}(1 + m^2)^{0,5}L, \quad (6.6)$$

где  $m$  – заложение откоса;

$H_{\text{зп}}$  – средняя высота насыпи (без учета дорожной одежды), м.

$S_{\text{пл2}} = 2 \cdot 1,77 \cdot (1 + 4^2)^{0,5} \cdot 150 = 2\,189,37 \text{ м}^2$  – для захватки.

$S_{\text{пл2}} = 2 \cdot 1,77 \cdot (1 + 4^2)^{0,5} \cdot 10000 = 145\,957,94 \text{ м}^2$  – для дороги.

### 6.11. Расчет основных землеройно-транспортных и землеройных машин для выполнения земляных работ

Потребное количество ведущих машин для выполнения земляных работ определяется на основании рассчитанных объемов работ и принятой скорости потока:

$$N_{\text{маш}} = \frac{Q}{P_{\text{см}} N_{\text{см}} n_{\text{см}}} \quad \text{или} \quad N_{\text{маш}} = \frac{Q H_{\text{вр}}}{N_{\text{см}} n_{\text{см}}}, \quad (6.7)$$

где  $Q$  – объем работ рассматриваемого вида, м<sup>3</sup>;

$P_{\text{см}}$  – сменная производительность машины, м<sup>3</sup>/смену;

$H_{\text{вр}}$  – норма времени, маш.-смен /ед. работ;

$N_{\text{см}}$  – число смен работы (число рабочих дней на возведение земляного полотна), дней;

$n_{\text{см}}$  – количество смен работы в день.

Число смен работы (число рабочих дней на возведение земляного полотна) определяем по формуле

$$N_{\text{см}} = L/V, \quad (6.8)$$

где  $L$  – длина дороги, м;

$V$  – длина захватки, м.

$$N_{\text{см}} = 10000/150 = 66,69.$$

Сменная производительность для конкретной машины рассчитывается по формулам, приведенным в курсе «Эксплуатация дорожных машин», или определяется по формуле

$$P_{\text{см}} = \frac{TN}{H_{\text{вр}}}, \quad (6.9)$$

где  $T$  – продолжительность смены (8 ч);

$N$  – единица объема работ, для которой исчислена норма времени.

Расчетную эксплуатационную производительность машины (м<sup>3</sup>/смену) сравниваем с производительностью, рассчитанной по данным сборников ЕНиР (6.10), и выбираем меньшую из них для дальнейшего расчета потребных ресурсов для выполнения земляных работ.

$$P_{\text{нор}} = \frac{T_{\text{см}} N}{H_{\text{вр}}}, \quad (6.10)$$

где  $T_{см}$  – продолжительность смены (8 ч);

$N$  – единица объема работ, для которой исчислена норма времени (например  $100 \text{ м}^3$  грунта в плотном теле);

$N_{вр}$  – норма времени по сборникам ЕНиР, маш.-ч. на единицу объема работ.

Для автомобильной перевозки грунта из сосредоточенного резерва выбирают автотранспорт по грузоподъемности из условия оптимального соотношения емкостей ковша экскаватора и кузова автосамосвала:

$$q_a = (5...7)q_э\gamma, \quad (6.11)$$

где  $q_a$  – грузоподъемность автосамосвала, т;

$q_э$  – объем ковша экскаватора,  $\text{м}^3$ ;

$\gamma$  – насыпная плотность грунта земляного полотна,  $\text{т}/\text{м}^3$ .

### Бульдозер ДЗ-24А

Техническая характеристика бульдозеров различных марок представлена в табл. 3.4 ч. 2.

Эксплуатационная производительность бульдозера при разработке и перемещении грунта,  $\text{м}^3/\text{смену}$ :

$$\Pi = \frac{11,5 \cdot 3600 K_b V_{гр}}{t_{ц}}, \quad (6.12)$$

где  $K_b$  – коэффициент использования рабочего времени;

$V_{гр}$  – объем грунта в естественном залегании, перемещаемый за 1 цикл,  $\text{м}^3$ ;

$t_{ц}$  – продолжительность цикла, с.

$$V_{гр} = \frac{H^2 B K_{п}}{2 \text{tg} Q K_{р}}, \quad (6.13)$$

где  $H$  – высота отвала, м;

$B$  – ширина отвала, м;

$Q$  – угол естественного откоса;

$K_{п}$  – коэффициент потери грунта;

$K_{р}$  – коэффициент рыхления.

$$t_{ц} = \frac{2l}{V_{экс}}, \quad (6.14)$$

где  $l$  – расстояние перемещения грунта, м;

$V_{экс}$  – эксплуатационная скорость, м/с.

$$V_{гр} = \frac{1,43^2 \cdot 3,64 \cdot 0,75}{2 \text{tg} 40^\circ \cdot 1,3} = 2,56 \text{ м}^3.$$

$$t_{\text{ц}} = \frac{2 \cdot 20}{0,8} = 50 \text{ с.}$$

$$\Pi = \frac{11,5 \cdot 3600 \cdot 0,85 \cdot 2,56}{50} = 1802 \text{ м}^3/\text{смену.}$$

Производительность при планировочных работах:

$$\Pi = \frac{11,5 \cdot 3600 K_B L (B \sin \varphi - a)}{\left(\frac{L}{V} + t\right) m}, \quad (6.15)$$

где  $L$  – длина захватки, м;  
 $B$  – ширина отвала, м;  
 $\varphi$  – угол захвата, град ( $\varphi = 90^\circ$ );  
 $a$  – ширина полосы перекрытия, м ( $a = 0,2$ );  
 $V$  – рабочая скорость перемещения машины, м/с ( $V = 2,07$ );  
 $t$  – продолжительность разворота трактора, с ( $t = 20$ );  
 $m$  – число проходов по одному следу ( $m = 10$ ).

$$\Pi = \frac{11,5 \cdot 3600 \cdot 0,85 \cdot 150 \cdot (3,64 \cdot \sin 90^\circ - 0,2)}{\left(\frac{150}{2,07} + 20\right) \cdot 10} = 19638 \text{ м}^2/\text{смену.}$$

Расчетную эксплуатационную производительность бульдозера при разработке и перемещении грунта ( $\text{м}^3/\text{смену}$ ) сравниваем с производительностью, рассчитанной по данным сборника ЕНиР (см. табл. 3.8 ч. 2).

$$\Pi_{\text{нор}} = \frac{8 \cdot 100}{0,32} = 2500 \text{ м}^3/\text{смену.}$$

Производительность при планировочных работах при трех проходах по одному следу, по данным сборника ЕНиР (см. табл. 3.15 ч. 2):

$$\Pi_{\text{нор}} = \frac{8 \cdot 1000}{0,13 \cdot 3} = 20513 \text{ м}^2/\text{смену.}$$

Для дальнейшего расчета принимаем производительность бульдозера при разработке и перемещении грунта  $\Pi = 1802 \text{ м}^3/\text{смену}$ ; при планировочных работах  $\Pi = 19638 \text{ м}^2/\text{смену}$ .

### Автогрейдер ДЗ-99

Производительность при планировочных работах находим по формулам (6.15) и (6.10):

$$\Pi = \frac{11,5 \cdot 3600 \cdot 0,85 \cdot 150 \cdot (3,04 \cdot \sin 63^\circ - 0,2)}{\left(\frac{150}{2,37} + 20\right) \cdot 3} = 69742 \text{ м}^2/\text{смену.}$$

Производительность при планировке верха насыпи, по данным сборника ЕНиР, за один проход грейдера (см. табл. 3.19 ч. 2).

$$P_{\text{нор}} = \frac{8 \cdot 1000}{0,21} = 38095 \text{ м}^2/\text{смену}.$$

Производительность при планировке верха насыпи автогрейдером при трех проходах по следу будет равна:

$$P_{\text{нор}} = \frac{38095}{3} = 12698 \text{ м}^2/\text{смену}.$$

Производительность при планировке откосов, по данным сборника ЕНиР (см. табл. 3.20 ч. 2).

$$P_{\text{нор}} = \frac{8 \cdot 1000}{0,37} = 21622 \text{ м}^2/\text{смену}.$$

Для дальнейшего расчета принимаем производительность автогрейдера ДЗ-99:

- при планировке верха насыпи  $P = 12698 \text{ м}^2/\text{смену}$ ;
- при планировке откосов  $P_{\text{нор}} = 21622 \text{ м}^2/\text{смену}$ .

### Экскаватор СЭ-3

Используется для разработки грунта в карьере и выемке. Производительность экскаватора определяется для грунтов, отнесенных к IV группе по трудности разработки:

$$P = \frac{11,5 \cdot 3600 V K_{\text{нап}} K_{\text{в}} K_{\text{тр}}}{T K_{\text{раз}}}, \quad (6.16)$$

где  $V$  – вместимость ковша,  $\text{м}^3$  ( $V = 3$ );

$K_{\text{нап}}$  – коэффициент наполнения ковша ( $K_{\text{нап}} = 1,1$ );

$K_{\text{в}}$  – коэффициент использования рабочего времени ( $K_{\text{в}} = 0,85$ );

$K_{\text{тр}}$  – коэффициент, учитывающий трудность разработки ( $K_{\text{тр}} = 0,8$ );

$K_{\text{раз}}$  – коэффициент разрыхления грунта ( $K_{\text{раз}} = 1,4$ );

$T$  – продолжительность рабочего цикла, с ( $T = 28$ ).

$$P = \frac{11,5 \cdot 3600 \cdot 3 \cdot 1,1 \cdot 0,85 \cdot 0,8}{28 \cdot 1,4} = 2369 \text{ м}^3/\text{смену}.$$

Производительность при разработке грунта с погрузкой в транспортные средства, по данным сборника ЕНиР (см. табл. 3.6 ч. 2):

$$P_{\text{нор}} = \frac{8 \cdot 100}{0,97} = 825 \text{ м}^3/\text{смену}.$$

Для дальнейшего расчета принимаем производительность экскаватора СЭ-3 при разработке грунта с погрузкой в транспортные средства  $P = 825 \text{ м}^3/\text{смену}$ .



### Экскаватор Э-651

Используется для разработки канав.

Производительность экскаватора определяется для грунтов, отнесенных к II группе по трудности разработки, по формуле (6.12):

$$\Pi = \frac{11,5 \cdot 3600 \cdot 0,65 \cdot 1,1 \cdot 0,85 \cdot 0,9}{25 \cdot 1,3} = 697 \text{ м}^3/\text{смену}.$$

Производительность при разработке грунта с погрузкой в транспортные средства, по данным сборника ЕНиР (см. табл. 3.6 ч.2):

$$\Pi_{\text{нор}} = \frac{8 \cdot 100}{2,1} = 381 \text{ м}^3/\text{смену}.$$

Для дальнейшего расчета принимаем производительность экскаватора ЭО-651 при разработке грунта с погрузкой в транспортные средства  $\Pi = 381 \text{ м}^3/\text{смену}$ .

### Каток ДУ-31А

Расчет сменной производительности самоходного катка на пневматическом ходу массой 30 т:

$$\Pi = \frac{(b-a) v \cdot 8 \cdot 3600}{z}, \quad (6.17)$$

где  $b$  – ширина уплотняемой зоны катком (ширина вальца), м;

$a$  – ширина перекрытия, м;

$z$  – количество проходов по одному следу (10 проходов);

$v$  – скорость катка, м/с;

8 – количество часов в смену, ч;

3600 – переводной коэффициент.

$$\Pi = \frac{(1,9 - 0,15) \cdot 0,56 \cdot 8 \cdot 3600}{10} = 2823 \text{ м}^2/\text{смену}.$$

$$\Pi = \frac{11,5 \cdot 3600 L_3 h_{\text{сл}} b_{\text{вал}} K_{\text{в}}}{(L_3/V_{\text{упл}} + t) n_{\text{пр}} K_{\text{пер}}}, \quad (6.18)$$

где  $L_3$  – длина захватки, м;

$h_{\text{сл}}$  – толщина слоя уплотнения, ( $h_{\text{сл}} = 0,3$  м);

$b_{\text{вал}}$  – ширина вальца ( $b_{\text{вал}} = 2,4$  м);

$K_{\text{в}}$  – коэффициент использования рабочего времени ( $K_{\text{в}} = 0,85$ );

$V_{\text{упл}}$  – скорость движения катка при уплотнении, м/с ( $V_{\text{упл}} = 1,38$ );

$t$  – время маневрирования, с ( $t = 80$ );

$n_{\text{пр}}$  – число проходов по следу ( $n_{\text{пр}} = 10$ );

$K_{\text{пер}}$  – коэффициент перекрытия проходов ( $K_{\text{пер}} = 1,1$ ).

$$\Pi = \frac{11,5 \cdot 3600 \cdot 150 \cdot 0,3 \cdot 1,9 \cdot 0,85}{(150/1,38 + 80) \cdot 10 \cdot 1,1} = 1450 \text{ м}^3/\text{смену}.$$

Производительность при уплотнении грунта при 10 проходах по следу, по данным сборника ЕНиР (см. табл. 3.12 ч. 2):

$$\Pi_{\text{нор}} = \frac{8 \cdot 100}{0,67} = 1194 \text{ м}^3/\text{смену}.$$

Для дальнейшего расчета принимаем производительность катка ДУ-31А при уплотнении грунта  $\Pi = 1194 \text{ м}^3/\text{смену}$ .

### **Автосамосвал КамАЗ 56520**

Расчет производительности автосамосвала:

$$\Pi_a = \frac{60q_a K_B K_T \cdot 8,2}{(2L/V + t_N) \rho}, \quad (6.19)$$

где  $q_a$  – грузоподъемность автосамосвала, т;

$K_B$  – коэффициент использования рабочего времени (0,85);

$K_T$  – коэффициент использования грузоподъемности автосамосвала (0,95–1,05);

$L$  – средняя дальность транспортировки грунта, км;

$V$  – средняя скорость движения автосамосвала, км/ч;

$t_N$  – время погрузки и разгрузки транспортных средств (до 10 мин);

$\rho$  – насыпная плотность грунта, т/м<sup>3</sup>.

$$\Pi_a = \frac{60 \cdot 20 \cdot 0,85 \cdot 1 \cdot 8,2}{(2 \cdot 11/27,6 + 10) \cdot 1,9} = 145 \text{ м}^3/\text{смену}.$$

## **7. СОСТАВЛЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ КАРТЫ НА ВОЗВЕДЕНИЕ ЗЕМЛЯНОГО ПОЛОТНА**

Технологическая карта составлена для автомобильной дороги г. Серов – г. Североуральск на участке км 42 – км 53 ПК 00+00 – ПК 10+00.

Технологическая карта состоит из следующих разделов: область применения карты, описание технологии работ и расчет потребных ресурсов, схема организации работ (схема потока), указания по выполнению технологических процессов, требования построения качества работ и указания по технике безопасности.

Потребности в рабочих и машинах на возведение земляного полотна приведены в табл. 7.1.

Потребности в дорожных рабочих определяются по сборникам СНиР 4.02-91 [4]; СНиР 4.05-91 [5] по трудоемкости на единицу работ.

Таблица 7.1

Технология работ и расчет потребных ресурсов  
для выполнения земляных работ

№ п/п	Наименование операций	Ед. изм.	Объём работ на захватке	Произво- дитель- ность в смену	Требуемое количество маш.-смен на захватку
1	2	3	4	5	6
1	Разбивочные работы	м	150,00		
2	Разработка канав экскаватором Э-651	м <sup>3</sup>	358,00	381	0,94
3	Уплотнение естественного основания насыпи катком пневмоколесным при 10 проходах по одному следу. Каток ДУ-31А	м <sup>3</sup>	1521,00	1194	1,27
4	Разработка грунта экскаватором СЭ-3 с погрузкой в автотранспортное средство КамАЗ 56520	м <sup>3</sup>	1613,70	825	1,96
5	Транспортировка грунта автосамосвалом КамАЗ 56520 при средней дальности возки 10 км и выгрузка грунта	м <sup>3</sup>	1613,70	145	11,13
6	Разравнивание 1-го слоя грунта бульдозером ДЗ-24А при толщине слоя 0,3 м	м <sup>2</sup>	4710,00	19638	0,24
7	Уплотнение 1-го слоя грунта насыпи толщиной 0,3 м катком ДУ-31А при 10 проходах по следу	м <sup>3</sup>	1613,70	1194	1,35
8	Разработка грунта в карьере экскаватором СЭ-3 с погрузкой в автотранспортное средство КамАЗ 56520	м <sup>3</sup>	1494,90	825	1,81
9	Транспортировка грунта автосамосвалом КамАЗ 56520 при средней дальности возки 10 км и выгрузка грунта	м <sup>3</sup>	1494,90	145	10,31
10	Разравнивание 2-го слоя грунта бульдозером ДЗ-24А при толщине слоя 0,3 м	м <sup>2</sup>	4350,00	19638	0,22
11	Уплотнение 2-го слоя грунта насыпи толщиной 0,3 м катком ДУ-31А при 10 проходах по следу	м <sup>3</sup>	1494,90	1194	1,35
12	Разработка грунта в карьере экскаватором СЭ-3 с погрузкой в автотранспортное средство КамАЗ 56520	м <sup>3</sup>	1376,10	825	1,67

Продолжение табл. 7.1

1	2	3	4	5	6
13	Транспортировка грунта автосамосвалом КамАЗ 56520 при средней дальности возки 10 км и выгрузка грунта	м <sup>3</sup>	1376,10	145	9,49
14	Разравнивание 3-го слоя грунта бульдозером ДЗ-24А при толщине слоя 0,3 м	м <sup>2</sup>	3990,00	19638	0,20
15	Уплотнение 3-го слоя грунта насыпи толщиной 0,3 м катком ДУ-31А при 10 проходах по следу	м <sup>3</sup>	1376,10	1194	1,15
16	Разработка грунта в карьере экскаватором СЭ-3 с погрузкой в автотранспортное средство КамАЗ 56520	м <sup>3</sup>	1257,30	825	1,52
17	Транспортировка грунта автосамосвалом КамАЗ 56520 при средней дальности возки 10 км и выгрузка грунта	м <sup>3</sup>	1257,30	145	8,67
18	Разравнивание 4-го слоя грунта бульдозером ДЗ-24А при толщине слоя 0,3 м	м <sup>2</sup>	3630,00	19638	0,18
19	Уплотнение 4-го слоя грунта насыпи толщиной 0,3 м катком ДУ-31А при 10 проходах по следу	м <sup>3</sup>	1257,30	1194	1,05
20	Разработка грунта в карьере экскаватором СЭ-3 с погрузкой в автотранспортное средство КамАЗ 56520	м <sup>3</sup>	1138,50	825	1,38
21	Транспортировка грунта автосамосвалом КамАЗ 56520 при средней дальности возки 10 км и выгрузка грунта	м <sup>3</sup>	1138,50	145	7,85
22	Разравнивание 5-го слоя грунта бульдозером ДЗ-24А при толщине слоя 0,3 м	м <sup>2</sup>	3270,00	19638	0,17
23	Уплотнение 5-го слоя грунта насыпи толщиной 0,3 м катком ДУ-31А при 10 проходах по следу	м <sup>3</sup>	1138,50	1194	0,95
24	Разработка грунта в карьере экскаватором СЭ-3 с погрузкой в автотранспортное средство КамАЗ 56520	м <sup>3</sup>	923,08	825	1,12
25	Транспортировка грунта автосамосвалом КамАЗ 56520 при средней дальности возки 10 км и выгрузка грунта	м <sup>3</sup>	923,08	145	6,37

Окончание табл. 7.1

1	2	3	4	5	6
26	Разравнивание 6-го слоя грунта бульдозером ДЗ-24А при толщине слоя 0,27 м	м <sup>2</sup>	2946,00	19638	0,15
27	Уплотнение 6-го слоя грунта насыпи толщиной 0,27 м катком ДУ-31А при 10 проходах по следу	м <sup>3</sup>	923,08	1194	0,77
28	Планировка верха насыпи автогрейдером ДЗ-99 при трех проходах по следу	м <sup>2</sup>	2946,00	12698	0,23
29	Планировка откосов насыпи автогрейдером ДЗ-99	м <sup>2</sup>	2189,37	21622	0,10
30	Восстановление профиля канав экскаватором Э-651	м <sup>3</sup>	358	381	0,94
31	Окончательное уплотнение насыпи комбинированным катком ДУ-31А при 10 проходах по следу	м <sup>3</sup>	923,08	1194	0,77
32	Покрытие растительным грунтом откосов насыпи бульдозером ДЗ-24А	м <sup>3</sup>	314,67	1802	0,17

Состав дорожно-строительного отряда на возведение земляного полотна приведен в табл. 7.2.

Таблица 7.2

Состав дорожно-строительного отряда  
на возведение земляного полотна

Наименование машин	Расчетное кол-во машин	Принятое кол-во машин	Коэффициент использования	Квалификация рабочих	Количество рабочих
1	2	3	4	5	6
Состав звена на уплотнение основания					
Экскаватор Э-651	0,94	1	0,94	Машинист 6 разр.	1
Каток ДУ-31А	1,27	2	0,64	Машинист 6 разр.	2
Состав звена на устройство 1-го слоя насыпи					
Экскаватор СЭ-3	1,96	2	0,98	Машинист 6 разр. Помощник машиниста 5 разр.	4
Автосамосвал КамАЗ 56520	11,13	12	0,92	Водитель 3 класса	12

Продолжение табл. 7.2

1	2	3	4	5	6
Бульдозер ДЗ-24А	0,24	1	0,24	Машинист 6 разр.	1
Каток ДУ-31А	1,35	2	0,68	Машинист 6 разр.	2
Состав звена на устройство 2-го слоя насыпи					
Экскаватор СЭ-3	1,81	2	0,91	Машинист 6 разр. Помощник машиниста 5 разр.	4
Автосамосвал КамАЗ 56520	10,31	11	0,93	Водитель 3 класса	11
Бульдозер ДЗ-24А	0,22	1	0,22	Машинист 6 разр.	1
Каток ДУ-31А	1,35	2	0,68	Машинист 6 разр.	2
Состав звена на устройство 3-го слоя насыпи					
Экскаватор СЭ-3	1,67	2	0,84	Машинист 6 разр. Помощник машини- ста 5 разр.	4
Автосамосвал КамАЗ 56520	9,49	10	0,94	Водитель 3 класса	10
Бульдозер ДЗ-24А	0,20	1	0,20	Машинист 6 разр.	1
Каток ДУ-31А	1,15	2	0,58	Машинист 6 разр.	2
Состав звена на устройство 4-го слоя насыпи					
Экскаватор СЭ-3	1,52	2	0,76	Машинист 6 разр. Помощник машиниста 5 разр.	4
Автосамосвал КамАЗ 56520	8,67	9	0,95	Водитель 3 класса	9
Бульдозер ДЗ-24А	0,18	1	0,18	Машинист 6 разр.	1
Каток ДУ-31А	1,05	1	1,05	Машинист 6 разр.	1
Состав звена на устройство 5-го слоя насыпи					
Экскаватор СЭ-3	1,38	2	0,69	Машинист 6 разр. Помощник машиниста 5 разр.	4
Автосамосвал КамАЗ 56520	7,85	8	0,98	Водитель 3 класса	8
Бульдозер ДЗ-24А	0,17	1	0,17	Машинист 6 разр.	1
Каток ДУ-31А	0,95	1	0,95	Машинист 6 разр.	1
Состав звена на устройство 6-го слоя насыпи					
Экскаватор СЭ-3	1,12	2	0,56	Машинист 6 разр. Помощник машиниста 5 разр.	4

Окончание табл. 7.2

1	2	3	4	5	6
Автосамосвал КамАЗ 56520	6,37	7	0,90	Водитель 3 класса	7
Бульдозер ДЗ-24А	0,15	1	0,15	Машинист 6 разр.	1
Каток ДУ-31А	0,77	1	0,77	Машинист 6 разр.	1
Состав звена на отделочно-укрепительные работы					
Автогрейдер ДЗ-99	0,33	1	0,33	Машинист 6 разр.	1
Экскаватор Э-651	0,94	1	0,94	Машинист 6 разр.	1
Бульдозер ДЗ-24А	0,17	1	0,17	Машинист 6 разр.	2
Каток ДУ-31А	0,77	1	0,77	Машинист 6 разр.	1
				Дорожные рабочие 3 разр.	3

Схема работы потока и размещения ресурсов по захваткам приведена в графической части (см. ч. 3).

$$T_p = \frac{10000}{150} = 67 \text{ дн.};$$

$$T_k = 67 \cdot 1,55 = 104 \text{ календарных дня.}$$

## 8. УСТРОЙСТВО ДОРОЖНОЙ ОДЕЖДЫ

К строительству на участке автомобильной дороги г. Серов – г. Североуральск на участке км 42 – км 53 ПК 00+00 – ПК 10+00 принята конструкция дорожной одежды типа 1-54, состоящая из следующих слоев:

- 1) верхний слой покрытия – горячая плотная мелкозернистая асфальтобетонная смесь типа А, I марки на битуме БНД 90/130 толщиной 0,05 м;
- 2) второй слой покрытия – горячая пористая мелкозернистая асфальтобетонная смесь I марки на битуме БНД 90/130 толщиной 0,08 м;
- 3) нижний слой покрытия – щебень фракции 10–20 толщиной 0,25 м;
- 4) верхний слой основания – песчано-щебенистые отходы толщиной 0,20 м.

Устройство дорожной одежды осуществляется специализированным строительным потоком (бригадой), состоящим из звеньев, выполняющих определённые виды операций. Оснащение для звеньев подбираются с таким учетом, чтобы скорость продвижения каждого звена равнялась заданному темпу потока (захватки).

До начала работ по устройству дорожной одежды обязательно проверяют качество земляного полотна и выполняют необходимые разбивки.

Высотные разбивки для дорожной одежды можно выполнять от поверхности земляного полотна.

Дорожная одежда представляет собой многослойную конструкцию, укладываемую на тщательно спланированный и уплотнённый верхний слой земляного полотна.

Согласно выбранной ведущей машине и произведенному расчету длина захватки по сооружению дорожной одежды составляет 225 м.

### 8.1. Определение потребности дорожно-строительных материалов для устройства дорожной одежды

Объем необходимого материала для устройства дорожной одежды определяется по ее геометрическим размерам:

$$V = LBhK_yK_nK_m, \quad (8.1)$$

где  $L$  – длина строящейся дороги, м;  
 $B$  – ширина укладки слоя материала, принимаемая по средней линии призмы отсыпки слоя, м;  
 $h$  – толщина слоя отсыпки материалов, м;  
 $K_y$  – коэффициент запаса на уплотнение;  
 $K_n$  – коэффициент потерь при производстве работ;  
 $K_m$  – коэффициент потерь материалов при транспортировке.

Количество материалов на захватку  $L_3 = 225$  м:

$$\begin{aligned} V_1 &= 225 \cdot 12,4 \cdot 0,2 \cdot 1,3 \cdot 1,02 \cdot 1,01 = 747 \text{ м}^3; \\ V_2 &= 225 \cdot 10,6 \cdot 0,25 \cdot 1,3 \cdot 1,02 \cdot 1,01 = 799 \text{ м}^3; \\ V_3 &= 225 \cdot 9,0 \cdot 0,08 \cdot 1,11 \cdot 1,03 \cdot 1,01 = 187 \text{ м}^3; \\ V_4 &= 225 \cdot 9,0 \cdot 0,05 \cdot 1,11 \cdot 1,03 \cdot 1,01 = 117 \text{ м}^3; \\ V_{\text{дос.об}} &= 225 \cdot (2 \cdot 3,22) \cdot 0,45 \cdot 1,3 \cdot 1,02 \cdot 1,01 = 873 \text{ м}^3; \\ V_{\text{укр.об}} &= 225 \cdot (2 \cdot 3,0) \cdot 0,13 \cdot 1,3 \cdot 1,02 \cdot 1,01 = 235 \text{ м}^3. \end{aligned}$$

Количество материалов на 1 км:

$$\begin{aligned} V_1 &= 1000 \cdot 12,4 \cdot 0,2 \cdot 1,3 \cdot 1,02 \cdot 1,01 = 3321 \text{ м}^3; \\ V_2 &= 1000 \cdot 10,6 \cdot 0,25 \cdot 1,3 \cdot 1,02 \cdot 1,01 = 3549 \text{ м}^3; \\ V_3 &= 1000 \cdot 9,0 \cdot 0,08 \cdot 1,11 \cdot 1,03 \cdot 1,01 = 831 \text{ м}^3; \\ V_4 &= 1000 \cdot 9,0 \cdot 0,05 \cdot 1,11 \cdot 1,03 \cdot 1,01 = 520 \text{ м}^3; \\ V_{\text{дос.об}} &= 1000 \cdot (2 \cdot 3,22) \cdot 0,45 \cdot 1,3 \cdot 1,02 \cdot 1,01 = 3881 \text{ м}^3; \\ V_{\text{укр.об}} &= 1000 \cdot (2 \cdot 3,0) \cdot 0,13 \cdot 1,3 \cdot 1,02 \cdot 1,01 = 1045 \text{ м}^3. \end{aligned}$$



Количество материалов на всю дорогу (10 000 м):

$$V_1 = 10000 \cdot 12,4 \cdot 0,2 \cdot 1,3 \cdot 1,02 \cdot 1,01 = 33210 \text{ м}^3;$$

$$V_2 = 10000 \cdot 10,6 \cdot 0,25 \cdot 1,3 \cdot 1,02 \cdot 1,01 = 35490 \text{ м}^3;$$

$$V_3 = 10000 \cdot 9,0 \cdot 0,08 \cdot 1,11 \cdot 1,03 \cdot 1,01 = 8310 \text{ м}^3;$$

$$V_4 = 10000 \cdot 9,0 \cdot 0,05 \cdot 1,11 \cdot 1,03 \cdot 1,01 = 5200 \text{ м}^3;$$

$$V_{\text{дос.об}} = 10000 \cdot (2 \cdot 3,22) \cdot 0,45 \cdot 1,3 \cdot 1,02 \cdot 1,01 = 38810 \text{ м}^3;$$

$$V_{\text{укр.об}} = 10000 \cdot (2 \cdot 3,0) \cdot 0,13 \cdot 1,3 \cdot 1,02 \cdot 1,01 = 10450 \text{ м}^3.$$

Все полученные результаты сводим в табл. 8.1.

Таблица 8.1

Необходимое количество дорожно-строительных материалов

Наименование слоев дорожной одежды	Наименование материалов	Потребность материала, м <sup>3</sup>		
		на дорогу	на захватку	на 1 км
Нижний слой основания	Песчано-щебенистые отходы; h = 0,20 м	33 210	747	3 321
Верхний слой основания	Щебень фракции 10–20; h = 0,25 м	35 490	799	3 549
Нижний слой покрытия	Горячая пористая мелкозернистая асфальтобетонная смесь; h = 0,08 м	8 310	187	831
Верхний слой покрытия	Горячая плотная мелкозернистая асфальтобетонная смесь; h = 0,05 м	5 200	117	520
Отсыпка обочин	Скальный грунт	38 810	873	3 881
Укрепление обочин	Шлаковая смесь; h = 0,13 м	10 450	235	1 045

## 8.2. Транспортные работы

Снабжение участка дороги дорожно-строительными материалами рекомендуется осуществлять по следующей схеме:

- шлаковая смесь – Серовский металлургический комбинат;
- песчано-щебенистая смесь – Серовский металлургический комбинат;
- асфальт горячий (тип А) – АБЗ г. Краснотурьинск.

Среднюю дальность перевозки материалов определяем в соответствии со схемой по формулам:

$$L_{\text{ср}} = L_0 + \frac{L_{\text{тр}}}{2}, \quad (8.2)$$

где  $L_0$  – расстояние от места временного складирования до начала трассы, км;

$L_{\text{тр}}$  – длина строящейся дороги.

Для транспортировки асфальтобетонной смеси с АБЗ до начала трассы

$$L_{\text{ср}} = 10 + \frac{10}{2} = 15 \text{ км.}$$

Для транспортировки шлаковой и песчано-щебенистой смеси до начала трассы

$$L_{\text{ср}} = 38 + \frac{10}{2} = 43 \text{ км.}$$

### 8.3. Описание технологии работ

#### 8.3.1. Устройство нижнего слоя основания из песчано-щебенистых отходов

Погрузку щебня производят на Серовском металлургическом комбинате, расположенном на расстоянии 38 км от участка строительства, в автомобили-самосвалы КамАЗ 56520.

Разгрузку материалов производят кучами, расстояние между которыми определяется по формуле

$$L = \frac{nV}{BhK}, \quad (8.3)$$

где  $n$  – количество куч по ширине, шт.;

$V$  – объем одной кучи, м<sup>3</sup>;

$B$  – ширина слоя, м ;

$h$  – толщина слоя в плотном теле, м;

$K$  – коэффициент запаса на уплотнения.

$$L = \frac{2 \cdot 6,6}{12,4 \cdot 0,2 \cdot 1,25} = 4,3 \text{ м.}$$

Разравнивание куч производят автогрейдером ДЗ-99 по способу «от себя».

Уплотнение осуществляется комбинированными катками ДУ-71 за 10 проходов по одному следу.

### 8.3.2. Устройство верхнего слоя основания из щебня фракции 10–20

Погрузку щебня производят на Серовском металлургическом комбинате, расположенном на расстоянии 38 км от участка строительства, в автомобиле-самосвалы КамАЗ 56520.

Разгрузку материалов производят кучами, расстояние между которыми определяется по формуле

$$L = \frac{2 \cdot 6,6}{10,6 \cdot 0,13 \cdot 1,25} = 7,7 \text{ м.}$$

Разравнивание куч производят автогрейдером ДЗ-99 по способу «от себя».

До уплотнения производят розлив воды по поверхности слоя при помощи поливочной машины КО-806 из расчета 20 л на 1 м<sup>2</sup>.

Уплотнение осуществляется комбинированными катками ДУ-71 за 10 проходов по одному следу.

Розлив битума производится гудронатором ДС-142Б с расходом битума 0,8 т/1000 м<sup>2</sup>.

### 8.3.3. Устройство покрытия из горячего асфальтобетона

Погрузку из асфальтосмесительной установки производят в автосамосвалы КамАЗ 56520, которые разгружаются в бункер асфальтоукладчика ДС-191. Укладку ведут полосами. Особо тщательно выполняют поперечные и продольные сопряжения.

Вдоль краев полосы укладывают и закрепляют на основании упорные доски, толщины этих досок зависят от толщины укладываемого слоя в плотном теле.

На захватке выполняют следующие операции:

- обрубает (если необходимо) края ранее уложенного слоя отбойными молотками только вертикально;
- затем эти края смазывают горячим битумом, одновременно разбивают место работ и укладывают боковые упоры. Разбивка заключается в провешивании осевой линии и разметки кромок проезжей части;
- асфальтоукладчик занимает исходное положение, передвигаясь в начало полосы.

За асфальтоукладчиком после произведенной укладки смеси на расстоянии 10–15 м начинают уплотнение катками.

Катки должны двигаться вперед ведущими вальцами. Укатку начинают от бокового упора. Каждый последующий проход должен перекрывать предыдущий на 20 см.

Порядок уплотнения: от края полосы к середине, затем от середины к краям со скоростью 1,5–2 км/ч, вальцы смачивают, после первых проходов катка осуществляют контроль ровности, уклонов и устраняют мелкие дефекты.

Уплотнение производят виброкатком ДУ-98 при 6 проходах по следу без вибрации и при 8 проходах с вибрацией.

### 8.3.4. Устройство присыпных обочин

Погрузку грунта осуществляют в карьере экскаватором ЭО-4225 в автомобили-самосвалы, среднее расстояние транспортировки – 43 км.

Разгрузку производят с покрытия на обочину дороги, разравнивают автогрейдером ДЗ-99 с последующим уплотнением комбинированным катком ДУ-71 при 10 проходах по следу.

### 8.3.5. Укрепление обочин шлаковой смесью

Погрузку шлаковой смеси производят на Серовском металлургическом комбинате, расположенном на расстоянии 43 км от участка строительства, в автомобили-самосвалы КамАЗ 56520.

При укреплении обочин шлаковой смесью производят вывоз, разравнивание и планировку шлаковой смеси на обочине и укатку слоя щебня катком с поливкой водой. Разгрузку производят с покрытия на обочину. Комплекс работ такой же, как при устройстве основания.

## 8.4. Расчет сменной производительности дорожно-строительных машин при устройстве дорожной одежды

Нормы выработки принимаем по ГЭСН-2001, сборник 27, для автосамосвала КамАЗ 56520 производим расчет производительности, т/смену:

$$П = \frac{T_{см} Q K_v}{(2L/V + t)}, \quad (8.4)$$

где  $T_{см}$  – продолжительность рабочей смены, ч;  
 $Q$  – грузоподъемность автомобиля-самосвала, т;  
 $K_v$  – коэффициент использования рабочего времени (0,85);  
 $L$  – дальность возки, км;  
 $V$  – средняя скорость движения автосамосвала, км/ч;  
 $t$  – среднее время простоев автосамосвала, ч.

При перевозке шлаковой и песчано-щебенистой смеси с Серовского металлургического комбината

$$П = \frac{11,5 \cdot 10 \cdot 0,85}{(2 \cdot 43/45 + 0,32)} = 44 \text{ т/смену.}$$

При плотности 1,6 т/м<sup>3</sup>

$$П = \frac{44}{1,6} = 38 \text{ м}^3/\text{смену.}$$

При перевозке асфальтобетона с АБЗ г. Краснотурьинск

$$П = \frac{11,5 \cdot 10 \cdot 0,85}{(2 \cdot 15/45 + 0,32)} = 99 \text{ т/смену.}$$

При плотности крупнозернистого асфальтобетона 2,5 т/м<sup>3</sup>

$$П = \frac{99}{2,5} = 40 \text{ м}^3/\text{смену}.$$

При плотности крупнозернистого асфальтобетона 2,4 т/м<sup>3</sup>

$$П = \frac{99}{2,4} = 41 \text{ м}^3/\text{смену}.$$

При плотности мелкозернистого асфальтобетона 2,36 т/м<sup>3</sup>

$$П = \frac{99}{2,36} = 42 \text{ м}^3/\text{смену}.$$

Расчет производительности автогудронатора ДС-53А на розливе битума (техническая характеристика автогудронатора указана в ч. 2, табл. 4.10):

$$П_{\text{агдр}} = \frac{8 \cdot 6 \cdot 0,85}{0,03 \cdot 2 \cdot 10 + (0,14 + 0,1) \cdot 6} = 20 \text{ т/смену}.$$

### 8.5. Составление технологической карты на устройство дорожной одежды

Расчёт потребных ресурсов для устройства дорожной одежды представлен в табл. 8.2.

Таблица 8.2

#### Описания технологии работ и расчет потребных ресурсов

№ п/п	Источник норм	Описание рабочих процессов в порядке их технологической последовательности	Ед. изм.	Объём работ на захватке	Производительность в смену	Требуемое количество маш.-смен на захватку
1	2	3	4	5	6	7
	1 звено. Устройство нижнего слоя основания из песчано-щебенистых отходов толщиной 0,20 м					
1	Расчет	Подвозка щебня автосамосвалами КамАЗ 56520	м <sup>3</sup>	747	38	19,66
2	§ E17-1 (см. табл. 4.2 ч. 2)	Разравнивание щебня автогрейдером ДЗ-99	100 м <sup>2</sup>	27,9	44,4	0,63
3	§ E17-2 (см. табл. 4.3 ч. 2)	Увлажнение щебня поливовой машиной КО-806 (20 л/м <sup>2</sup> )	100м <sup>2</sup>	27,9	50,0	0,56

Продолжение табл. 8.2

1	2	3	4	5	6	7
4	§ E17-3 (см. табл. 4.4 ч. 2)	Уплотнение щебня тяжелым комбинирован- ным катком ДУ-71 при 10 проходах по следу	100 м <sup>2</sup>	27,9	22,86	1,22
2 звено. Устройство верхнего слоя основания из щебня фракции 10-20 толщиной 0,25 м по способу заклинки (принимается устройство верхнего слоя основания в 2 этапа: 1 этап – слой толщиной 0,13 м; 2 – 0,12 м)						
5	Расчет	Подвозка щебня автосамосвалом 56520 (толщина слоя 0,13 м)	м <sup>3</sup>	400	38	10,53
6	§ E17-1 (см. табл. 4.2 ч. 2)	Разравнивание щебня автогрейдером ДЗ-99 (толщина слоя 0,13 м)	100 м <sup>2</sup>	23,85	44,4	0,54
7	§ E17-2 (см. табл. 4.3 ч. 2)	Увлажнение щебня поливомоечной машиной КО-806 (20 л/м <sup>2</sup> ) (толщина слоя 0,13 м)	100 м <sup>2</sup>	23,85	50,0	0,48
8	§ E17-3 (см. табл. 4.4 ч. 2)	Уплотнение щебня тяжелым комбинирован- ным катком ДУ-71 при 10 проходах по следу (толщина слоя 0,13 м)	100 м <sup>3</sup>	23,85	22,86	1,04
9	Расчет	Подвозка щебня автосамосвалом 56520 (толщина слоя 0,12 м)	м <sup>3</sup>	399	38	10,5
10	§ E17-1 (см. табл. 4.2 ч. 2)	Разравнивание щебня автогрейдером ДЗ-99 (толщина слоя 0,12 м)	100 м <sup>2</sup>	23,85	44,4	0,54
11	§ E17-2 (см. табл. 4.3 ч. 2)	Увлажнение щебня поливомоечной машиной КО-806 (20 л/м <sup>2</sup> ) (толщина слоя 0,12 м)	100 м <sup>2</sup>	23,85	50,0	0,48
12	§ E17-3 (см. табл. 4.4 ч. 2)	Уплотнение щебня тяже- лым комбинированным катком ДУ-71 при 10 проходах по следу (толщина слоя 0,12 м)	100 м <sup>2</sup>	23,85	22,86	1,04
13	Расчет	Подвозка битума с розливом автогудронатором ДС-53А (0,8 т/1000 м <sup>2</sup> )	т	1,91	20	0,10

Продолжение табл. 8.2

1	2	3	4	5	6	7
	3 звено. Устройство нижнего слоя покрытия из горячего мелкозернистого пористого асфальтобетона толщиной 0,08 м					
14	Расчет	Подвозка асфальтобетонной смеси автосамосвалами КамАЗ 56520	м <sup>3</sup>	93,5	42	2,22
15	§ E17-6 (см. табл. 4.14 ч. 2)	Укладка асфальтобетонной смеси толщиной 4 см асфальтоукладчиком ДС-48	100м <sup>2</sup>	20,25	47,06	0,43
16	§ E17-7 (см. табл. 4.15 ч. 2)	Укатка асфальтобетонной смеси самоходным виброкатком ДУ-98 при 6 проходах по следу без вибрации	100 м <sup>2</sup>	20,25	22,86	0,89
17	§ E17-7 (см. табл. 4.15 ч. 2)	Укатка асфальтобетонной смеси самоходным виброкатком ДУ-98 при 8 проходах по следу с вибрацией	100 м <sup>2</sup>	20,25	15,09	1,34
18	Расчет	Подвозка асфальтобетонной смеси автосамосвалами КамАЗ 56520	м <sup>3</sup>	93,5	42	2,22
19	§ E17-6 (см. табл. 4.14 ч. 2)	Укладка асфальтобетонной смеси толщиной 4 см асфальтоукладчиком ДС-48	100 м <sup>2</sup>	20,25	47,06	0,43
20	§ E17-7 (см. табл. 4.15 ч. 2)	Укатка асфальтобетонной смеси самоходным виброкатком ДУ-98 при 6 проходах по следу без вибрации	100 м <sup>2</sup>	20,25	22,86	0,89
21	§ E17-7 (см. табл. 4.15 ч. 2)	Укатка асфальтобетонной смеси самоходным виброкатком ДУ-98 при 8 проходах по следу с вибрацией	100 м <sup>2</sup>	20,25	15,09	1,34
	4 звено. Устройство 2-го слоя покрытия из горячего мелкозернистого плотного асфальтобетона толщиной 0,05 м					
22	Расчет	Подвозка асфальтобетонной смеси автосамосвалами КамАЗ 56520	м <sup>3</sup>	117	42	2,79

Продолжение табл. 8.2

1	2	3	4	5	6	7
23	§ E17-6 (см. табл. 4.14 ч. 2)	Укладка асфальтобетон- ной смеси толщиной 5 см асфальтоукладчиком ДС-48	100 м <sup>2</sup>	20,25	47,06	0,43
24	§ E17-7 (см. табл. 4.15 ч. 2)	Укатка асфальтобетонной смеси самоходным виброкатком ДУ-98 при 6 проходах по следу без вибрации	100 м <sup>2</sup>	20,25	22,86	0,89
25	§ E17-7 (см. табл. 4.15 ч. 2)	Укатка асфальтобетонной смеси самоходным виброкатком ДУ-98 при 8 проходах по следу с вибрацией	100 м <sup>2</sup>	20,25	15,09	1,34
5 звено. Устройство присыпных обочин из скального грунта толщиной 0,45 м (принимаем устройство присыпных обочин в 3 этапа: 1 этап – слой толщиной 0,15 м; 2 – 0,15 м; 3 – 0,15 м)						
26	Расчет	Подвозка грунта автосамосвалами КамАЗ 56520	м <sup>3</sup>	291	38	7,66
27	§ E17-1 (см. табл. 4.2 ч. 2)	Разравнивание щебня автогрейдером ДЗ-99	100 м <sup>2</sup>	14,49	44,4	0,33
28	§ E17-3 (см. табл. 4.4 ч. 2)	Укатка грунта комбинированным катком ДУ-71 при 10 проходах	100 м <sup>2</sup>	14,49	22,86	0,63
29	Расчет	Подвозка грунта автосамосвалами КамАЗ 56520	м <sup>3</sup>	291	38	7,66
30	§ E17-1 (см. табл. 4.2 ч. 2)	Разравнивание щебня автогрейдером ДЗ-99	100 м <sup>2</sup>	14,49	44,4	0,33
31	§ E17-3 (см. табл. 4.4 ч. 2)	Укатка грунта комбинированным катком ДУ-71 при 10 проходах	100 м <sup>2</sup>	14,49	22,86	0,63
32	Расчет	Подвозка грунта автосамосвалами КамАЗ 56520	м <sup>3</sup>	291	38	7,66
33	§ E17-1 (см. табл. 4.2 ч. 2)	Разравнивание щебня автогрейдером ДЗ-99	100 м <sup>2</sup>	14,49	44,4	0,33
34	§ E17-3 (см. табл. 4.4 ч. 2)	Укатка грунта комбинированным катком ДУ-71 при 10 проходах	100 м <sup>2</sup>	14,49	22,86	0,63



Окончание табл. 8.2

1	2	3	4	5	6	7
	6 звено. Укрепление обочин шлаковой смесью по способу заклинки толщиной 0,13 м					
35	Расчет	Подвозка шлаковой смеси автосамосвалом КамАЗ 56520	м <sup>3</sup>	235	38	6,18
36	§ Е17-25 (см. табл. 4.33 ч. 2)	Разравнивание шлаковой смеси автогрейдером ДЗ-31-1	100 м <sup>2</sup>	13,50	28,57	0,47
37	§ Е17-2 (см. табл. 4.3 ч. 2)	Увлажнение щебня поливомоечной машиной КО-806 (20 л/м <sup>2</sup> )	100 м <sup>2</sup>	13,50	50,0	0,27
38	§Е17-25 (см. табл. 4.33 ч. 2)	Уплотнение шлаковой смеси катком ДУ-54 при 5 проходах по следу	100 м <sup>2</sup>	13,50	18,60	0,73

Состав дорожно-строительного отряда приведен в табл. 8.3.

Таблица 8.3

Состав дорожно-строительного отряда

Тип и марка машин и механизмов	Разряд рабочих	Расчетное количество	Принятое количество	Коэффициент использования
1	2	3	4	5
<i>1. Звено по устройству нижнего слоя основания из песчано-щебенистых отходов</i>				
Автогрейдер ДЗ-99	6 разряд	0,63	1	0,63
Автосамосвалы КамАЗ 56520	5 разряд	19,7	20	0,99
Полвмоечная машина КО-806	4 разряд	0,56	1	0,56
Комбинированный каток ДУ-71	6 разряд	1,22	2	0,61
<i>ИТОГО:</i>				
Машинисты:	6 разряд		3	—
	4 разряд		1	—
Водители:	5 разряд		20	—
Дорожные рабочие:	4 разряд		4	—

Продолжение табл. 8.3

1	2	3	4	5
<i>2. Звено по устройству верхнего слоя основания из шлаковых отходов</i>				
Автогрейдер ДЗ-99	6 разряд	0,54	1	0,54
Автосамосвалы КамАЗ 56520	5 разряд	10,53	11	0,96
Поливомоечная машина КО-806	4 разряд	0,48	1	0,48
Комбинированный каток ДУ-71	6 разряд	1,04	1	1,04
Автогудронатор ДС-142Б	5 разряд	0,10	1	0,10
<i>ИТОГО:</i>				
Машинисты:	4 разряд		1	
	5 разряд		1	
	6 разряд		2	
Водители:	5 разряд		11	
Дорожные рабочие:	4 разряд		4	
<i>3. Звено по устройству нижнего слоя покрытия</i>				
Автосамосвалы КамАЗ 56520	5 разряд	2,22	3	0,74
Асфальтоукладчик ДС-48	6 разряд	0,43	1	0,43
Виброкаток ДУ-98	6 разряд	2,23	3	0,74
<i>ИТОГО:</i>				
Машинисты:	6 разряд		4	
Водители:	5 разряд		3	
Дорожные рабочие:	5 разряд		1	
	4 разряд		2	
	3 разряд		4	
<i>4. Звено по устройству 2-го слоя покрытия</i>				
Автосамосвалы КамАЗ 56520	5 разряд	2,79	3	0,93
Асфальтоукладчик ДС-48	6 разряд	0,43	1	0,43
Виброкаток ДУ-98	6 разряд	2,23	3	0,74
<i>ИТОГО:</i>				
Машинисты:	6 разряд		4	
Водители:	5 разряд		3	
Дорожные рабочие:	5 разряд		1	
	4 разряд		2	
	3 разряд		4	

Окончание табл. 8.3

<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>
<i>5. Звено по отсыпке обочин из грунта</i>				
Автосамосвалы КамАЗ 56520	5 разряд	7,66	8	0,96
Автогрейдер ДЗ-99	6 разряд	0,33	1	0,33
Комбинированный каток ДУ-71	6 разряд	0,63	1	0,63
<i>ИТОГО:</i>				
Машинисты:	6 разряд		2	
Водители:	5 разряд		8	
Дорожные рабочие:	4 разряд		2	
<i>6. Звено по отсыпке обочин из шлаковой смеси</i>				
Автогрейдер ДЗ-31-1	6 разряд	0,47	1	0,47
Автосамосвалы КамАЗ 56520	5 разряд	6,18	7	0,88
Поливомоечная машина КО-806	4 разряд	0,27	1	0,27
Комбинированный каток ДУ-54	6 разряд	0,73	1	0,73
<i>ИТОГО:</i>				
Машинисты:	6 разряд		2	
	4 разряд		1	
Водители:	5 разряд		7	
Дорожные рабочие:	4 разряд		4	

Исходя из табл. 8.3, окончательно на возведение дорожной одежды принимаем следующий дорожно-строительный отряд.

Таблица 8.4

Дорожно-строительный отряд на устройство дорожной одежды

Тип и марка машин и механизмов	Разряд рабочих	Расчетное количество	Принятое количество	Коэффициент использования
<i>1</i>	<i>2</i>	<i>3</i>	<i>4</i>	<i>5</i>
Автогрейдер ДЗ-99	6 разряд	1,50	2	0,75
Автогрейдер ДЗ-31-1	6 разряд	0,47	1	0,47
Поливомоечная машина КО-806	4 разряд	1,31	2	0,66

Окончание табл. 8.4

1	2	3	4	5
Комбинированный каток ДУ-71	6 разряд	3,75	4	0,94
Комбинированный каток ДУ-54	6 разряд	0,73	1	0,73
Автогудронатор ДС-142Б	5 разряд	0,10	1	0,10
Асфальтоукладчик ДС-48	6 разряд	0,86	1	0,86
Виброкаток ДУ-98	6 разряд	4,46	5	0,89
Автосамосвалы КамАЗ 56520	5 разряд	49,08	49	1,00
<b>ИТОГО:</b>				
Машинисты:	4 разряд		2	
	5 разряд		1	
	6 разряд		14	
Водители:	5 разряд		49	
Дорожные рабочие:	5 разряд		1	
	4 разряд		22	
	3 разряд		6	
Мастер:	8 разряд		1	
Прораб:	10 разряд		1	

Схема работы потока и размещения ресурсов по захваткам приведена в графической части (ч. 3).

Находим количество рабочих дней на устройство дорожной одежды:

$$T = \frac{10000}{225} = 45 \text{ дн.}$$

Находим количество календарных дней:

$$T = 45 \cdot 1,55 = 70 \text{ дн.}$$

## 9. ОБУСТРОЙСТВО ДОРОГИ

### 9.1. Установка дорожных знаков

Проектирование системы дислокации дорожных знаков производится по принципу «от общего к частному». А именно: сначала проектируются указательные знаки, передающие водителю общие сведения, затем последовательно проектируются знаки, сообщающие предупреждающую и запрещающую информацию (табл. 9.1).

Таблица 9.1

Ведомость дорожных знаков

Название	Номер	Количество
Километровый	5.28	10
Пересечение со второстепенной дорогой	2.3.1	10
Примыкание второстепенной дороги справа	2.3.2	4
Примыкание второстепенной дороги слева	2.3.3	5
Места остановки автобуса	5.12	5
Пешеходный переход	5.19.1	10
Пешеходный переход	5.19.2	20
Указатель направлений	5.21.2	8
Конец полосы	5.8.5	5
Начало полосы	5.8.3	5
Уступите дорогу	2.4	9

Последовательность выполнения работы заключается в следующем.

1. Проектируют дислокацию дорожных знаков, обеспечивающих водителя общей информацией о маршрутах движения, пройденном пути, направлениях движения, расстояниях до узловых пунктов, названиях населенных пунктов, природных объектах, о размещении пунктов обслуживания.

2. Проектируют знаки в неблагоприятных по условиям движения местах с целью упорядочения скорости движения, повышения средней скорости транспортного потока и пропускной способности дороги, обеспечения безопасности движения. Проектируют предписывающие знаки, а также знаки, информирующие водителя о направлении движения по полосам. Также уточняют места расстановки других информационно-указательных знаков.

3. Детально рассматривают места, не удовлетворяющие требованиям безопасности движения, санитарным нормам и т.п., – в этих местах проектируют запрещающие знаки.

4. Корректируют дислокацию с целью снижения числа дорожных знаков без ущерба для безопасности движения. Уточняют необходимость введения ступенчатого ограничения скоростей движения. Окончательно уточняют размеры дорожных знаков и их конструкции. Устраняют знаки, противоречащие друг другу, обязательно решают вопросы о необходимости установки предварительных повторных и дублирующих знаков.

Выполняемые работы:

- 1) планировка;
- 2) бурение скважины;
- 3) установка знаков;
- 4) устройство присыпной бермы;
- 5) уплотнение грунта.

Всего предусмотрено установить 91 дорожный знак.

Километровые знаки устанавливаются с правой стороны дороги по ходу километража за пределами обочины на специальных бермах.

Установка знаков включает следующие виды работ:

- бурение бурильно-крановыми машинами;
- установка и окраска стоек.

Затраты на указанные виды работ приведены в табл. 9.2.

Таблица 9.2

Наименование затрат на установку знаков

Наименование машин и механизмов	Трудозатраты		
	Ед.изм.	на 1 шт. (см. табл. 5.2, 5.6, 5.7 ч. 2)	на 91 шт.
Трамбовка пневматическая	маш.-ч	0,61	55,51
Бурильная машина	маш.-ч	0,065	5,92
Машинисты	чел.-ч	0,065	5,92
Рабочие	чел.-ч	2,73	248,43

Установку производят 4 рабочих и 1 машинист.

Число рабочих дней определяется по формуле

$$T_p = \frac{N}{znT_{cm}}, \quad (9.1)$$

где  $N$  – трудозатраты на выполнение операций, чел.-ч;

$T_{cm}$  – продолжительность смены (8,2 ч);

$z$  – количество бригад;

$n$  – количество человек в бригаде.

$$T_p = \frac{315,78}{1 \cdot 5 \cdot 8,2} = 8 \text{ дн.}$$

Находим календарную продолжительность работ:

$$T_k = 8 \cdot 1,55 = 12 \text{ дн.}$$

## 9.2. Установка ограждений и сигнальных столбиков

Сигнальные столбики на обочинах устанавливаются (табл. 9.3).

– в границах кривых в продольном профиле и на подходах к ним (по три столбика с каждой стороны) при высоте насыпи не менее 2 м и интенсивности движения не менее 2000 приведенных ед./сут на определенных расстояниях;

– в пределах кривых в плане и на подходах к ним (по три столбика с каждой стороны) на определенных расстояниях при высоте насыпи не менее 1 м;

– в пределах кривых на пересечениях, примыканиях дорог в одном уровне;

– через 50 м на прямолинейных участках дорог при высоте насыпи не менее 2 м и интенсивности движения не менее 2000 приведенных ед./сут;

– через 10 м на дорогах, расположенных на расстоянии менее 15 м от болот и водотоков глубиной от 1,0 до 2,0 м;

– через 10 м у мостов и путепроводов по три столбика до и после сооружения с двух сторон дороги;

– у водопропускных труб по одному столбику с каждой стороны дороги по оси трубы.

На участках, где высота насыпи превышает 3 м, устраивается металлическое барьерное ограждение по типу 11 ДО-ММ.2 протяженностью 750 м по типовому проекту серии 3.503.1-89 «Ограждения на автомобильных дорогах» (табл. 9.4).

Таблица 9.3

Наименование затрат на установку сигнальных столбиков

Наименование затрат	Единица измерения	Количество на 1 шт. (см. ч. 2 п. 1.4.5)	Трудозатраты на 184 шт.
Затраты труда рабочих-строителей	Чел.-ч	0,25	46

Установка сигнальных столбиков включает следующие работы:

- установку столбиков с копанием ям;
- обратную засыпку грунта и трамбование;
- окраску столбиков, наклейку фольги.

Таблица 9.4

Наименование затрат на установку ограждений

Наименование затрат	Единица измерения	Количество на 100 м (см. табл.5.2, 5.4 ч. 2)	Трудозатраты на 750 м
Затраты труда рабочих-строителей	Чел.-ч	40,3	302,25
Затраты труда машинистов	Чел.-ч	8,8	66,0
Краны на автомобильном ходу	Маш.-ч	8,8	66,0
Машины бурильные	Маш.-ч	3,25	24,38

Установку ограждений и сигнальных столбиков производят 2 бригады, состоящие из 2 машинистов и 7 рабочих.

Находим число рабочих дней:

$$T_p = \frac{504,63}{1 \cdot 9 \cdot 8,2} = 7 \text{ дн.}$$

Находим календарную продолжительность работ:

$$T_k = 7 \cdot 1,55 = 11 \text{ дн.}$$

### 9.3. Нанесение разметки проезжей части

Разметка проезжей части предусмотрена по ГОСТ Р 51256-99 и типовому проекту 3.503-79.

Разметка подразделяется на две группы: горизонтальная и вертикальная. Каждому виду разметки присвоен номер. Первое число – номер группы, к которой принадлежит разметка (1 – горизонтальная, 2 – вертикальная); второе число – порядковый номер разметки в группе; третье число – разновидность разметки. Числа в номере разделены точками.

Горизонтальная разметка включает продольную, поперечную и другие виды разметки, наносимые на поверхность проезжей части дорог. Вертикальная разметка включает линии, наносимые на элементы дорожных сооружений, обстановки дорог и бордюры, а также светоотражающие элементы.

Горизонтальная разметка проезжей части дорог выполняется специальными красками и термопластиками, имеющими повышенную стойкость к воздействию масел, воды и атмосферных факторов. Долговечность разметки зависит от тщательной подготовки покрытия: очистки его от пыли, грязи, просушивания.

Разметка проезжей части состоит из следующих видов работ:

- очистка проезжей части от пыли и грязи;
- установка ограждений;
- нанесение линии и снятие ограждений.

Всего на участке с 00+00 по ПК10+00 необходимо нанести 10,0 км прерывистой линии шириной 0,1 м при соотношении штриха и промежутка 1:3.

Нанесение разметки выполняется бригадой, состоящей из 1 машиниста и 1 рабочего (табл. 9.5).



Таблица 9.5

Наименование затрат на нанесение разметки

Наименование затрат	Единица измерения	Количество на 1 км (см. табл. 5.9 ч. 2)	Трудозатраты на 10,0 км
Затраты труда рабочих-строителей	Чел.-ч	0,38	3,8
Затраты труда машинистов	Чел.-ч	0,38	3,8
Машины маркировочные	Маш.-ч	0,38	3,8

Находим число рабочих дней:

$$T_p = \frac{11,4}{1 \cdot 2} = 6 \text{ дн.}$$

Находим календарную продолжительность работ:

$$T_k = 6 \cdot 1,55 = 10 \text{ дн.}$$

Так как все работы выполняются одновременно, то время работы всего отряда будет равно времени выполнения максимально продолжительной операции – это установка дорожных знаков. Остальные работы будут выполнены раньше (табл. 9.6).

Таблица 9.6

Состав отряда по обустройству дороги

Наименование, марки машин и механизмов, профессии рабочих	Разряд машиниста (водителя)	Потребное количество
Бурильно-крановая машина БМ-302	5 разряд	1
Автокран КС-2561	5 разряд	1
Автомобили ЗИЛ-45085	5 разряд	1
Разметочная машина ДЭ-3Б	5 разряд	1
Электротромбовка И-101	–	1
Электростанция ПЭС-12М	–	2
Машинисты	–	2
Водители	5 разряд	2
Дорожные рабочие:	5 разряд	2
	3 разряд	6
	5 разряд	2

## 10. СОСТАВЛЕНИЕ ЛИНЕЙНОГО КАЛЕНДАРНОГО ГРАФИКА СТРОИТЕЛЬСТВА

При построении линейного графика принимаем по горизонтальной линии километры дороги, по вертикали – время, выраженное в сутках, на весь период строительства. Под графиком показываем условный план дороги с расположением всех искусственных сооружений с указанием их размеров. После этого наносим километровые объемы земляных работ, еще ниже – расход основных дорожно-строительных материалов на 1 км.

Справа вычерчиваем график потребности в рабочей силе и дорожных машинах.

На календарном графике линии работ по всем сооружениям наносим по срокам продолжительности их строительства.

Строительство нелинейных объектов (труб) изображаем в виде вертикальных линий против мест их расположения на плане дороге по срокам их устройства.

График потока с постоянной скоростью показываем прямой линией. Работы специализированных потоков по устройству дорожной одежды также показываем прямой линией.

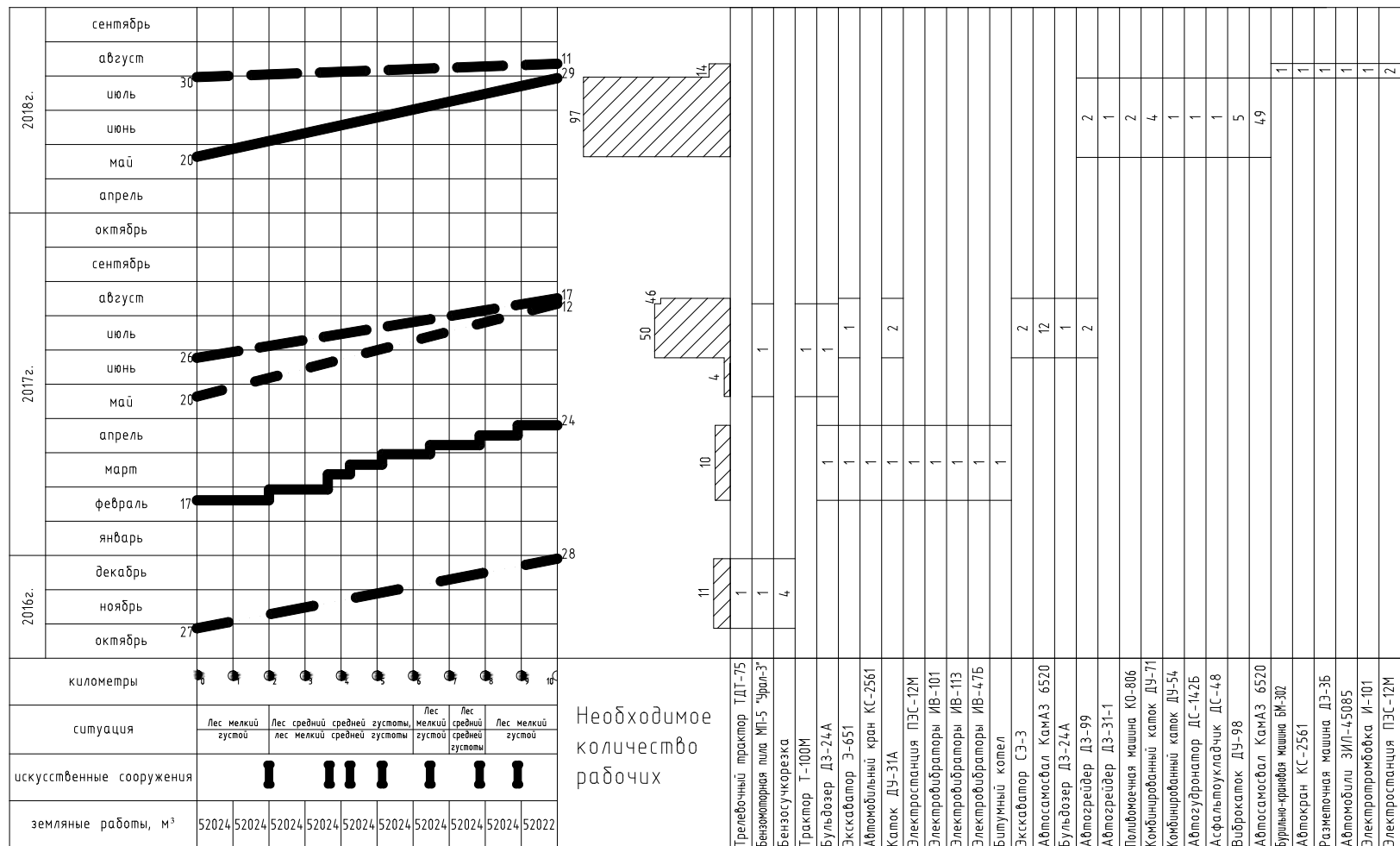
Линии проведения линейных работ не должны пересекаться между собой, а также с линией сосредоточенных работ.

Календарный график линии работ по всем сооружениям представлен на рис.10.1 и табл. 10.1.

Таблица 10.1

График строительных работ

Вид работ	Календарная продолжительность работ, дни	Начало работ	Окончание работ
Прорубка просеки	62	27.10.2016	28.12.2016
Подготовительные работы	84	20.05.2017	12.08.2017
Строительство искусственных сооружений	66	17.02.2017	24.04.2017
Строительство земляного полотна	104	26.06.2017	17.08.2017
Строительство дорожной одежды	70	20.05.2018	29.07.2018
Обустройство дороги	12	30.07.2018	11.08.2018



УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ:

	- прорубка просеки		- сооружение земляного полотна
	- расчистка полосы		- устройство дорожной одежды
	- строительство искусственных сооружений		- обустройство дороги

Рис. 10.1. Календарный график строительства автомобильной дороги

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. СП 34.13330.2012. Автомобильные дороги. – М., 2012.
2. СНиП 1.04.03-85\*. Нормы продолжительности строительства и задела в строительстве предприятий, зданий и сооружений. – М., 1985.
3. Постановление Правительства РФ от 2 сентября 2010 г. № 717 «О нормах отвода земель для размещения автомобильных дорог и (или) объектов дорожного сервиса». – М., 2010.
4. СНиР 4.02-91. Строительные нормы и правила. Сборник № 1 сметных норм и расценок на строительные работы. Земляные работы. – М., 1991.
5. СНиР 4.05-91. Строительные нормы и правила. Сборник № 15 сметных норм и расценок на строительные работы. Отделочные работы. – М., 1991.